SHOUT
SHARE
IT

590.543
3618
3579

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

herausgegeben

von

Carl Theodor v. Siebold,
Professor an der Universität zu München,

und

Albert v. Kölliker,
Professor an der Universität zu Würzburg,

unter der Redaktion von

Ernst Ehlers,
Professor an der Universität zu Göttingen.

SMITHSONIAN INSTITUTION
294888
NOV 13 1933
NATIONAL MUSEUM

SEP 29 1883
SMITHSONIAN DEPOSIT
14472

Achtunddreissigster Band.

Mit 38 Tafeln und 11 Holzschnitten.

LEIPZIG,
Verlag von Wilhelm Engelmann.
1883.

LIBRARY OF CONGRESS
DUPLICATE
EXCHANGE

590.543
.Z47

Inhalt des achtunddreissigsten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 20. Februar 1883.

Seite

Über das Gefäßsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden. Von H. Griesbach. (Mit Taf. I.) 1

Untersuchungen über einige Protozoen. Von A. Gruber. (Mit Taf. II—IV.) 45

Über das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene nebst einem Anhange über das Riechorgan. Von P. Schiemenz. (Mit Taf. V—VII.) 71

Die Entwicklung der rothen Blutkörperchen. Von W. Feuerstack. (Mit 6 Holzschn.) 136

Offener Brief an meine Opponenten in Sachen »Fischgehirn«. Von G. Fritsch 165

Zweites Heft.

Ausgegeben den 27. April 1883.

Beiträge zur Kenntnis der Infusorien. Von G. Entz. (Mit Taf. VIII.) . . . 167

Über den Primordialschädel einiger Säugethiere. Von F. Decker. (Mit Taf. IX.) 190

Über Coelenteraten der Südsee. II. Mittheilung. Neue Aplysinidae. Von R. v. Lendenfeld. (Mit Taf. X—XIII u. 1 Holzschn.). 234

Zur Kenntnis der Embryologie von Hydra. Von A. Korotneff. (Mit Taf. XIV.) 314

Die Larvenentwicklung von Phoxichilidium Plumulariae nov. sp. Von R. v. Lendenfeld. (Mit 3 Holzschn.) 323

Berichtigung. Von A. Gruber 330

Drittes Heft.

Ausgegeben den 10. Juli 1883.

Die Embryologie von Planaria polychroa. Von E. Metschnikoff. (Mit Taf. XV—XVII.). 331

Über Coelenteraten der Südsee. III. Mittheilung. Über Wehrpolypen und Nesselzellen. Von R. v. Lendenfeld. (Mit Taf. XVIII.) 355

Seite
Über Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Von A. Gruber. (Mit Taf. XIX.) 372
Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gastropoden. Von F. Blochmann. (Mit Taf. XX u. XXI u. 1 Holzschn.) 392
Über die Drüsen des Mantelrandes bei Aplysia und verwandten Formen. Von F. Blochmann. (Mit Taf. XXII.) 411
Beiträge zur Kenntnis der Medusen. Von O. Hamann. (Mit Taf. XXIII.) . 419
Das Großhirn der Vögel. Von A. Bumm. (Mit Taf. XXIV u. XXV.) . . . 430
Zur Kenntnis der Gattung Girardinus. Von H. v. Ihering. (Mit Taf. XXVI.) 468
Beiträge zur histologischen Technik. Von H. Fol 491

Viertes Heft.

Ausgegeben den 10. August 1883.

Über Coelenteraten der Südsee. IV. Mittheilung. Eucopella Campanularia nov. gen. Von R. v. Lendenfeld. (Mit Taf. XXVII—XXXII.) 497
Die Eihaut von Python bivittatus. Von W. v. Nathusius-Königsborn. (Mit Taf. XXXIII—XXXIV.) 584
Untersuchungen über neue Medusen aus dem rothen Meere. Von C. Keller. (Mit Taf. XXXV—XXXVII.) 621
Die Art der Fortpflanzung des Proteus anguineus. Von Marie v. Chauvin. (Mit Taf. XXXVIII.) 671

Über das Gefäfssystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden.

Von

Dr. **Hermann Griesbach,**
in Mülhausen (Elsass).

Mit Tafel I.

Einleitung.

Ein genaues Verständnis der Lebensprocesse der Mollusken kann nur dadurch angebahnt werden, dass man drei Kardinalfragen zur Beantwortung herbeizieht.

Diese sind:

1) Kreist bei den Mollusken die Körperflüssigkeit, welche man Blut nennt, überall in geschlossenen mit eigener Wandung versehenen Gefäßen, oder befinden sich in den Cirkulationsapparat Gewebslücken eingeschoben, durch welche die Körperflüssigkeit strömt?

2) Besitzen die Mollusken neben einem Ernährungsflüssigkeit führenden Gefäßapparate auch ein besonderes System von Kanälen zur Aufnahme des umgebenden Wassers?

3) Steht der Cirkulationsapparat selbst durch Öffnungen direkt mit dem umgebenden Medium in Kommunikation?

Wenn ich es unternommen habe, diesen Fragen eingehende Untersuchungen bei den oben genannten Familien der Blätterkiemer zu widmen, so sind es wesentlich zwei Umstände, die mich dazu bestimmten.

Schon früher bei einer Arbeit über das Bojanus'sche Organ[1] erregte die krasse Meinungsverschiedenheit, welche in diesem Kapitel der vergleichenden Anatomie herrscht, in mir den Wunsch, hinsichtlich dieser Punkte selbständige Untersuchungen zu machen, leider sind dieselben aus Mangel an Zeit und Gelegenheit mehrfach unterbrochen worden. Diesen Wunsch zu realisiren und die Arbeit ernstlich anzugreifen, bedurfte es nur eines weiteren Anstoßes, und dieser kam mir durch die neuesten Untersuchungen, welche sich dahin entscheiden, dass das Gefäßsystem der Mollusken ein allseitig geschlossenes sei, und eine Wasseraufnahme in das Innere nicht stattfinde.

---

[1] Griesbach, Über den Bau des Bojanus'schen Organes der Teichmuschel. Arch. f. Naturg. 1877. p. 63 sq. (auch als Dissertation erschienen).

Bevor ich daran gehe, die Resultate meiner eigenen Untersuchungen über die oben genannten Fragen mitzutheilen, dürfte es eben so wünschenswerth als interessant sein, die vielen Ansichten, welche bisher über das vorliegende Thema geäußert wurden, zu verfolgen.

I. Historischer Überblick.

Die ersten Bemerkungen über die Kreislaufsorgane und die damit zusammenhängende Wasseraufnahme bei Mollusken finden wir bei POLI[1] und dem Norweger RATHKE[2], welcher eine Abbildung des angeschwollenen Muschelleibes giebt. CUVIER[3] nahm nach seinen Beobachtungen bei Aplysia ein geschlossenes Gefäßsystem an, eben so BOJANUS[4] bei Anodonta in seinem bekannten Sendschreiben an CUVIER; auch MECKEL[5], doch nicht ohne Bedenken, und BLAINVILLE[6] sprechen sich für diese Ansicht aus. POLI's Schüler DELLE CHIAJE[7] wollte ein besonderes Kanalsystem zur Wasseraufnahme bei Gastropoden entdeckt haben und VON BAER[8] sagt, dass der ausgestreckte Fuß von Anodonta halbdurchsichtig, wie von Wasser infiltrirt erscheine und dass auf der Schneide desselben sich wenigstens drei Stellen befänden, »an denen die Wasserkanäle offen ausmünden«. »Das Wasser spritzt aber nur aus einer oder zweien dieser Öffnungen zugleich hervor.«

Nach einer späteren Notiz in seinen Beiträgen zur Kenntnis der niederen Thiere[9] (Königsberg, 20. Aug. 1826) soll die Anzahl der Öffnungen auf der Schneide des Fußes 8—10 betragen. Eine Kommunikation des Wassers und der Blutgefäße scheint **von Baer** indess nicht angenommen zu haben. Auch **Osler**[1] nimmt derartige Öffnungen im Fuße von Lutraria compressa und Cyprina islandica an. **Treviranus**[2] hat im Fuße von Solen ensis einen Wasserkanal gesehen; auch **Garner**[3] bildet auf der Mitte der Fußkante von Psammobia und Cardium eine Öffnung, porus pedatus, wie er sie nennt, ab, die wahrscheinlich zum Durchtritte des Wassers diente. Um dieselbe Zeit stellte **delle Chiaje**[4] ein Kanalsystem im Fuße und Mantel von Pecten, Solen, Pinna, Mactra dar und nahm bei den Lamellibranchiaten geradezu ein, durch besondere Öffnungen nach außen offenstehendes Blutgefäßsystem an[5]. **Souleyet**[6] huldigte hinsichtlich des Blutgefäßsystems wieder der Ansicht **Cuvier**'s.

---

[1] POLI, Testacea utriusque Siciliae etc. Parma 1791—1795 und 1826—27.

[2] RATHKE, J., Om Dammuslingen (Mytilus [Anodonta] anatinas). in: Skrivter af naturhist. Selskabet Kjøbenhavn 1797. Bd. IV. H. I. p. 139—179.

[3] CUVIER, in: Mémoires pour servir à l'histoire et l'anatomie des Mollusques. Paris 1817 und später: Leçons d'anatomie comparée, redigées par DUVERNOY. T. VI. 1839. p. 538 und Regne animal T. I. p. 50. T. III (2. Edit. 1829. 30).

[4] BOJANUS, in: Isis. 1819. p. 42—100.

[5] MECKEL, in: System der vergl. Anatomie. Bd. V. p. 112. Bd. VI. p. 64.

[6] BLAINVILLE, in: Dict. des sc. nat. T. XXXII. p. 109, Paris 1824 und Manuel de Malacologie. Paris 1825. p. 130.

[7] ST. DELLE CHIAJE, Memorie sulla Storia e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli. IV. 4⁰. Con un atlante di 109 tav. in fol. Napoli 1823—29.

[8] VON BAER, Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der Muscheln und über ein System von Wassergefäßen in diesen Thieren. FRORIEP's Not. (Bd. XIII No. 1) 1826. No. 265. p. 6.

[9] Ders., in: Nova Acta physico-medica Acad. Caes. Leopold.-Carolin. V. XIII. p. 597. Bonn 1827.

Wenn bisher die Frage nach der Wasseraufnahme in den Muschelleib unentschieden geblieben war, so herrschte doch über die Beschaffenheit der Blut führenden Gefäße allgemein die **Cuvier**'sche Ansicht, dass dasselbe nämlich nach Art der höheren Wirbelthiere ein im Inneren des Körpers völlig geschlossenes, aus Arterien, Venen und Kapillaren bestehendes sei. —

Da erhob sich hinsichtlich der Kreislaufsorgane der Mollusken eine Stimme, welche sich gegen die Richtigkeit aller bisher geäußerten Ansichten auf das Entschiedenste aussprach und die Lehre **Cuvier**'s und seiner Anhänger für irrig erklärte.

Milne Edwards, früher selbst ein Anhänger[7] der **Cuvier**'schen Lehre, stellte in Folge eingehender Untersuchungen[8], die er auf einer Reise an den Küsten Siciliens gemacht hatte, theils allein[9], theils in Gemeinschaft mit **Valenciennes**[10] die Ansicht auf:

1⁰ Que l'appareil vasculaire n'est complet chez aucun Mollusque;
2⁰ Que dans une portion plus ou moins considérable du cercle circulatoire, les veines manquent toujours et sont remplacées par les lacunes ou par les grandes cavités du corps;

---

[1] **Osler**, in: Philos. Transact. 1826. p. 342.

[2] **Treviranus**, Die Erscheinungen und Gesetze des org. Lebens. Bd. I. p. 276. Bremen 1831.

[3] **Garner**, in: Transact. of the zoologic. soc. of London. Vol. II. 1841. Pl. 18. Fig. 213.

[4] **delle Chiaje**, Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore 1841. Tav. 75. Fig. 6. Tav. 76. Fig. 3.

[5] Id., Descrizione T. III. p. 53. Tav. 89. Fig. 11. Tav. 90. Fig. 1 u. 2.

[6] **Souleyet**, in: Ann. des sc. nat. Sér. III. Zoologie T. III. p. 311. 1845.

[7] **M. Edwards**, in: Eléments de Zoologie. T. I. p. 50. 2. Ed. Paris 1840.

[8] Id., in: Mém. de l'Acad. des sc. T. XVIII. (Schon an Ascidien 1839.)

[9] Id., in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 261, 265 sq.

[10] Id. et **Valenciennes**, in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 750.

3⁰ Que souvent les veines manquent complétement, et qu'alors le sang, distribué dans toutes les parties de l'économie, ou moyen des artères, ne revient vers la surface respiratoire que par les interstices.

Diese Ansicht fand schnell eifrige Anhänger und Vertheidiger, welche dieselbe durch eigene Untersuchungen bestätigten und zum Theil schon vor **Milne Edwards** ähnliche Meinungen sich gebildet hatten.

So R. **Owen** in seinen Arbeiten über das Perlboot[1] und Branchiopoden[2]; **Gaspard**[3] und **Pouchet**[4] bei Gastropoden; **van Hasselt**[5] bei Salpen, **van Beneden**[6] in seinen Beobachtungen sur la circulation dans les animaux inférieurs (bei Aplysia depilans), **Valenciennes**, unabhängig von **Milne Edwards**, in nouvelles recherches sur le Nautile flambé[7] und in den Arbeiten sur l'organisation des Lucines et des Corbeilles[8]; **Nordmann**[9] bei Tergipes Edwardsii und T. adsperus; **Quatrefages**[10] bei Aeolidia; **von Siebold**[11], **Bergmann** und **Leuckart**[12], **Huxley**[13] bei Firola und Atlanta; **Leydig** bei Paludina vivipara[14] und Cyclas cornea[15], von **Rengarten**[16] bei Anodonta; **Rud. Leuckart**[17] bei Heteropoden; **Gegenbaur**[18] bei Pteropoden; **Semper**[19] bei Gastropoden; **Lacaze Duthiers**[20] bei sämmtlichen Lamellibranchiaten und Dentalium; **Adler** und **Han-**

---

[1] **Owen**, Mémoir on the Pearly Nautilus. London 1832.

[2] Id., in: Ann. des sc. nat. 1845. p. 315.

[3] **Gaspard**, in: **Meckel**'s Arch. Bd. VIII. p. 265.

[4] **Pouchet**, Rech. sur l'anat. et physiolog. des Mollusques. Rouen 1842. p. 13.

[5] **van Hasselt**, in: Ferussac. Bull. T. II. p. 212.

[6] **van Beneden**, in: Compt. rend. T. XX. 1845. No. 8. p. 517.

[7] **Valenciennes**, in: Arch. de Museum. T. II. p. 287.

[8] Id., in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 1688.

[9] **Nordmann**, in: Mém. de l'Acad. des sc. de St. Pétersbourg. 1845. T. IV.

[10] **Quatrefages**, in: Ann. des sc. nat. 1847.

[11] v. **Siebold**, Lehrbuch d. vgl. Anatomie d. wirbellosen Thiere. 1848. p. 270.

[12] **Bergmann** und **Leuckart**, Anatomisch-physiologische Übersicht des Thierreiches. 1851. p. 165.

[13] **Huxley**, in: Ann. des sc. nat. 1850. T. XIV. p. 193.

[14] **Leydig**, in: diese Zeitschr. Bd. II. p. 169.

[15] Id., in: **Müller**'s Arch. 1855. p. 54.

[16] v. **Rengarten**, De Anodontae vasorum systemate. Diss. inaug. Dorpati 1853. p. 25.

[17] R. **Leuckart**, Zoolog. Untersuch. Heft III. Gießen 1854.

[18] **Gegenbaur**, Untersuch. über Pteropoden u. Heteropoden. Leipzig 1855. pp. 12 sqq.

[19] **Semper**, in: diese Zeitschr. Bd. VIII. p. 377.

[20] **Lacaze Duthiers**, in: Ann. des sc. nat. IV. Sér. Zoolog. 1855. p. 283 und 1857. T. VII. p. 14.

cock[1] on the branchial currents in Pholas und Mya; Hancock[2] on the animal of Chamostrea albida; Williams[3] on the mechanics of Aquatic Respiration in Invertebrate Animals.

Während dieses durch M. Edwards angeregten Streites über Vollständigkeit und Unvollständigkeit des Gefäßsystemes der Mollusken, wurde die Frage nach der Wasseraufnahme in das Innere der Thiere wohl für kurze Zeit durch das neue interessante Thema ein wenig zurückgedrängt, ruhte aber dennoch keineswegs und ist fast eben so häufig ventilirt worden. Oft sind es dieselben Forscher, welche bei ihrer Zustimmung für die M. Edwards'sche Ansicht über das Gefäßsystem auch die Wasseraufnahme berücksichtigten. So Valenciennes[4] bei den Lucinien, wo er sagt (p. 1692): »il y a une communication entre le système sanguin et l'eau dans laquelle vivent ces Mollusques, par l'intermédiaire des lacunes dans lesquelles s'ouvrent l'un et l'autre système.« von Siebold[5], welcher bei Pinna nobilis in netzförmige Wasserkanäle Luft einblies und sich gegen die Ansicht Meckel's[6] aussprach, dass die Öffnungen am Fuße gewisser Weichthiere durch zufällige Zerreißungen erzeugt würden.

v. Rengarten[7] spricht sich zum ersten Mal darüber aus, wo wohl der Eintritt, und wo der Austritt des Wassers zu suchen sei, und nimmt für ersteren bei Anodonta die zwei Jahre vorher von Keber[8] entdeckten Kommunikationsöffnungen des Pericardiums mit dem sogenannten rothbraunen Mantelorgane, für letzteren mehrere 0,1''' weite, siebartig in Häufchen beisammenstehende Öffnungen am hinteren Theile der Fußkante an. —

Alle die von den verschiedenen Forschern beobachteten und beschriebenen Öffnungen und Kanäle aber sollten Theile eines besonderen, den Muschelleib allseitig durchziehenden Wassergefäßsystems sein.

Als aber die Lehre M. Edwards' von der Unvollständigkeit des Blutgefäßsystems der Mollusken immer mehr Anhänger fand, häufte sich Zweifel auf Zweifel über die selbständig neben dem Blutgefäßsysteme hinziehenden Wasserkanäle. von Siebold[9] machte auf die Bedenklichkeiten, welche ein doppeltes Gefäßsystem mit sich führte, aufmerksam, und wenn auch Agassiz[10] sowohl bei Gastropoden, Pyrula carica und canaliculata, als auch bei Acephalen: Mactra solidissima ein selbständiges Wassergefäßsystem zu behaupten suchte, so führte die logische Konsequenz, als man zweierlei gesonderte Gefäßsysteme nicht mehr annehmen konnte und wollte, und doch das Schwellvermögen des Molluskenleibes einer Wasseraufnahme zuschrieb, endlich zu der Ansicht, dass das Blutgefäßsystem selbst durch besondere Öffnungen in das umgebende Medium offen stehe, wie schon DELLE CHIAJE[1] früher angedeutet hatte.

---

[1] Adler und Hancock, in: Ann. and Magaz. of nat. hist. 1851.

[2] Hancock, Ibid. 1853.

[3] Williams, Ibid. 1854.

[4] Valenciennes, in: Compt. rend. T. XX. 1845. p. 16. 92.

[5] von Siebold, l. c. p. 279. 280.

[6] Meckel, l. c. Bd. VI. p. 65.

[7] von Rengarten, l. c. p. 56.

[8] Keber, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Weichthiere. Königsberg 1851.

[9] von Siebold, l. c. p. 279.

[10] Agassiz, in: diese Zeitschr. Bd. VII. p. 176—180.

Aber auch dies war ein harter Gedanke, und VON SIEBOLD[2] wendet sich von ihm ab, indem er darauf hinweist, dass so paradoxe Organisationsverhältnisse jedenfalls noch genauerer Untersuchungen bedürften, um über verschiedene Bedenklichkeiten hinwegzuhelfen.

Inzwischen hatte auch die MILNE EDWARDS'sche Blutgefäßsystemtheorie neue Anfechtungen erlitten, und die alte CUVIER'sche Anschauungsweise fand wieder Vertheidiger, Vertheidiger, welche an der Hand umsichtiger und zahlreicher Injektionen und zum Theil mit Hilfe einer feinen mikroskopischen Analyse das Gefäßsystem in seinen innern Bahnen und in seinen peripherischen Verzweigungen als ein absolut vollkommenes hinstellten. —

PAPPENHEIM und BERTHÉLEN[3] schreiben schon vor MILNE EDWARDS den Gastropoden völlig geschlossene Kapillaren mit eigener Wandung zu, gleicher Ansicht scheint DESHAYES zu sein[4]. Sehr eingehend, sowohl in Betreff der geschichtlichen Entwicklung und Kritik, als auch hinsichtlich eigener Untersuchungen behandelt ROBIN[5] die Gefäßfrage bei Gelegenheit eines Berichtes an die Société de Biologie in Paris, über die auf den sogenannten Phlebenterismus sich beziehenden Arbeiten SOULEYET's. Er weist jegliche wandungslose Gewebslücken im Sinne M. EDWARDS' zurück; das Blut fließt an einzelnen Stellen in erweiterten mit einer eigenen Gefäßhaut ausgekleideten Sinus, ein solcher erweiterter Sinus ist die sogenannte Leibeshöhle. —

Um dieselbe Zeit erschien die schon erwähnte, in mancher Beziehung sehr verdienstvolle Arbeit KEBER's[6], in welcher derselbe für Geschlossensein des Blutgefäßsystems plaidirt, obgleich er einen bestimmten Nachweis der Kapillaren nicht liefert.

---

[1] DELLE CHIAJE, Descrizione etc. 1841.

[2] VON SIEBOLD, l. c. p. 281.

[3] PAPPENHEIM und BERTHÉLEN, in: l'Institut 1842. No. 746.

[4] DESHAYES, in: Todd's cyclopaedia of Anatomy and Physiology. T. I. p. 698 und in: Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840—42. Zoolog. IV. Mollusques. Paris 1849.

[5] ROBIN, in: Comptes rendus des séances et mémoires de la société de Biologie. T. III. Paris 1851.

[6] KEBER, l. c.

Dass diese existiren hat erst mit Bestimmtheit bald darauf Langer[1] gelehrt, auch hat er ihren Zusammenhang einerseits mit den Arterien, andrerseits mit den Venen zuerst gezeigt. Vermittelnd zwischen die beiden Parteien: Cuvier — Milne Edwards tritt dann Leydig[2], indem er darauf hinweist, dass »im Hinblick auf den gegenwärtigen Standpunkt der Histologie nicht vergessen werden darf, dass, wenn man der Sache recht genau nachgeht, die Differenz, welche zwischen einem geschlossenen Gefäßsystem und einer interstitiellen Blutbahn aufgestellt wird, nicht streng begründet ist«. —

Eine als unerhört geltende Ansicht van Beneden's[3], dass Wasser bei fast allen Wirbellosen in das Innere des Organismus eindringe, dass bei denselben eine Mischung von Blut und Wasser, oder auch nur Wasser statt des Blutes die Gewebe bespüle, ferner die vorhin erwähnten Aussprüche von Siebold's gaben zu weiteren Untersuchungen über eine Wasseraufnahme Veranlassung. Vor Allen war es Leydig, der sich der Frage annahm und in Manchem die Ansichten van Beneden's bestätigte.

Er beschreibt nämlich in seinen Beobachtungen über Cyclas cornea[4], nachdem er schon vorher bei Paludina vivipara[5] von einer Wasseraufnahme berichtet hatte, die »Pori aquiferi« im Fuße, und kann nicht umhin die vielfach angefeindete Lehre delle Chiaje's, welcher zuletzt der Meinung war, das Blutgefäßsystem der Lamellibranchiaten stehe nach außen hin offen, für vollkommen der Wahrheit entsprechend zu erklären.

Somit war denn die Annahme der Existenz eines besonderen Wassergefäßsystemes gänzlich gefallen, und die Ansichten, welche über die Wasseraufnahme bei Mollusken von jetzt ab noch vorhanden sind und neu auftauchen, lassen sich passend in drei Rubriken bringen:

1) Es wird bei geschlossenem Blutgefäßsysteme Wasser auf dem Wege der Osmose von der ganzen Körperoberfläche durch unzählige feine Poren aufgenommen und abgesondert (Keber[6]).

2) Es wird bei geschlossenem Blutgefäßsysteme die Wasseraufnahme durch besondere Organe bewerkstelligt (Langer[7]).

---

[1] Langer, Das Gefäßsystem der Teichmuschel. VIII. u. XII. Bd. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Wien 1856.

[2] Leydig, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a. M. 1857. p. 438—439.

[3] van Beneden, In: Froriep's N. Not. V. XXXIV. N. 727. p. 2. XXXVII. N. 797. p. 51 und Compt. rend. T. XX. 1845. p. 518.

[4] Leydig, in: Müller's Arch. 1855. p. 57. Lehrbuch der Histologie. p. 442.

[5] Ders., in: diese Zeitschr. Bd. II. p. 177.

[6] Keber, l. c. p. 75.

[7] Langer, l. c. p. 29.

3) Die Wasseraufnahme geschieht durch das an mehreren Körperstellen nach außen offen stehende Blutgefäßsystem (delle Chiaje[1], van Beneden[2], Leydig[3] und die meisten der früher genannten Autoren).

Die von diesem Zeitpunkte an erscheinenden Arbeiten über das Gefäßsystem tragen sowohl den Fragen nach dem Geschlossensein desselben als auch nach der Wasseraufnahme gleichviel Rechnung.

Die nächste Arbeit, die erwähnt werden muss, ist das schöne Werk von Hessling's[4], vom Jahre 1859, welchem wir wichtige Aufschlüsse über die Organisationsverhältnisse der Muscheln verdanken.

Nach von Hessling findet sich bei der Perlmuschel ein nach innen zu von den Geweben vollständig abgeschlossenes, aus Arterien, Venen und Kapillaren bestehendes Röhrensystem, welches aber nach außen, und zwar an drei Stellen, offen steht.

Die erste Verbindung, durch welche Wasser in das Blut tritt, bilden drei bis vier kleine Öffnungen zum parenchymatösen Gewebe des rothbraunen Mantels im vorderen Theile des Herzbeutels.

Die zweite Kommunikation geschieht durch die frei nach außen mündende Vene des äußeren Kiemenblattes. Die dritte Kommunikation wird durch einen 1—4 mm langen Schlitz in der Schneide des Fußes bewerkstelligt.

Im Anschlusse an die Untersuchungen von Hessling's veröffentlichte Voit[5] in seinen interessanten Anhaltspunkten für die Physiologie der Perlmuschel eine Reihe chemischer Untersuchungen. Auf Grund derselben, namentlich der Ergebnisse, dass das Blut bei Unio zum größten Theile aus Wasser besteht — wie auch schon viel früher C. Schmidt[6] gezeigt hatte — ist er der Meinung, dass das Bachwasser direkt in alle Organe eindringt.

Mit von Hessling bricht streng genommen eine neue Ära in der Anatomie und Physiologie der Mollusken an.

Während man nämlich bisher hauptsächlich den Gesammtorganismus in den Bereich der Untersuchung zog, treiben verbesserte Methoden und das Princip einer weisen Arbeitstheilung nunmehr dazu, das Gebiet histologischer Sonderforschung zu betreten.

---

[1] delle Chiaje, Descrizione etc. T. III. p. 53.

[2] van Beneden, ll. cc.

[3] Leydig, in: diese Zeitschr. Bd. II. p. 177. Müller's Arch. p. 57. Histologie. p. 442.

[4] von Hessling, Die Perlmuscheln u. ihre Perlen. Leipzig. Engelmann 1859.

[5] Voit, in: diese Zeitschr. Bd. X. H. 4.

[6] C. Schmidt, Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere. p. 58. 1845.

Die Arbeiten von **Eberth**[1], **Auerbach**[2] und **Aeby**[3] sind für den Gegenstand desswegen von Bedeutung, weil diese Autoren[4], unter ihnen **Eberth** in erster Linie, zuerst Endothelien in den Molluskengefäßen nachwiesen und somit den Beweis lieferten, dass dieselben mit eigenen Wandungen ausgerüstet seien.

Außer diesen Angaben existiren dann noch solche von **Legros**[5] über Kapillarnetze bei Ostrea in seinen Notes sur l'épithélium des vaisseaux sanguins.

Die wichtigsten Lehrbücher der Zoologie und vergleichenden Anatomie, welche die Gefäßfrage im Lichte der modernen Forschung berühren, sind **Gegenbaur**[6] und **Claus**[7], während **Bronn**[8] noch den **Langer**'schen Anschauungen huldigte. **Flemming**[9] kommt am Schlusse seiner Habilitationsschrift, welche hauptsächlich vom rein histologischen Standpunkte die Bindesubstanzen und Gefäßwandungen bei Mollusken betrachtet, auch auf die »Geschlossenheit oder Nichtgeschlossenheit« des Gefäßsystems zu sprechen.

Er nimmt zwar lakunäre Blutbahnen an, betrachtet aber das Gefäßsystem, in so fern es überall von einer Endotheldecke ausgekleidet wird, als ein geschlossenes. Über eine Wasseraufnahme findet sich in der Arbeit nichts.

Nach **Trinchese**[10] dringt bei der Nudibranchiate Ercolania Wasser in die Niere, gelangt von da ins Pericardium und mischt sich alsdann mit dem Blute.

Posner[11] betrachtet die Blutgefäße in der Najadenkieme als lakunäre Systeme und jeder Gedanke an ein wirklich geschlossenes Gefäßsystem im Sinne der Autoren muss nach ihm völlig verschwinden.

---

[1] C. J. **Eberth**, Über den Bau und die Entwicklung der Blutkapillaren. II. Abhandlg. Über die Blutbahnen der wirbellosen Thiere mit 2 Taf. in: Würzburger naturw. Zeitschr. VI. Bd. 1866.

[2] **Auerbach**, Sitzungsberichte der schlesischen Gesellschaft für vaterl. Kultur. 17. Febr. 1865.

[3] **Aeby**, Centralblatt für die medic. Wissensch. 1865. p. 209.

[4] **Auerbach** und **Aeby**'s Arbeiten betreffen nicht Wirbellose.

[5] **Legros**, in: Journ. de l'anatomie et de la physiologie. 1868. p. 275.

[6] **Gegenbaur**, Grundzüge der vergl. Anatomie. 1870. — Ders., Grundriss der vergl. Anatomie. 1874.

[7] **Claus**, Grundzüge der Zoologie. 1875.

[8] **Bronn**, Kl. u. Ordn. des Thierreichs. Bd. III. Abth. I. p. 384 u. 418.

[9] **Flemming**, Über Bindesubstanzen und Gefäßwandung bei Mollusken. Habilitationsschrift. Rostock 1871. p. 35 sqq.

[10] **Trinchese**, in: Annali del Museo civico di storia naturale. Genova, Aprile 1872. Vol. II. p. 86—132.

[11] **Posner**, Über den Bau der Najadenkieme. in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI. (auch selbständig als Inauguraldiss. 1875, hier p. 15 und 21).

Kollmann[1] möchte bei Aplysien »das ganze System von Gewebslücken, großen und kleinen buchtigen Räumen, welche bisweilen durchbrochene Röhren darstellen, unter dem Ausdruck lacunae et sinus venoso-lymphatici zusammenfassen«. Was die Wasseraufnahme anbelangt, so finden sich »nirgends im ganzen Körper Öffnungen, welche direkt in das Gefäßsystem führten«. Der Cirkulationsapparat bei den Lamellibranchiaten besteht nach ihm aus Arterien, Kapillaren und einzelnen Sammelvenen, in welche die aus den Gewebslücken ausgetretene Blutflüssigkeit fällt. Durch 6—8 Öffnungen im Fuße findet eine direkte Kommunikation des venös-lymphatischen Stromgebietes mit dem umgebenden Wasser statt, sobald das Thier dieselbe herstellen will.

Bei den Cephalopoden ist der Kreislauf nicht unterbrochen. Lakunen giebt es hier nicht, sondern nur sinöse Erweiterungen. Eine Wasseraufnahme direkt in das Blut ist sehr unwahrscheinlich.

Den unterbrochenen Kreislauf und das Lakunensystem vertheidigt derselbe Autor dann noch in seiner »Bindesubstanz der Acephalen«[2]. Diese Arbeit so wie die schon 1871 erschienene Habilitationsschrift Flemming's bilden den Impuls zu einem sehr interessanten histologischen Streit zwischen diesen beiden Autoren, namentlich über die Begriffe Lakune, Schwellgewebe etc. Eine darauf bezügliche Arbeit Flemming's[3] ist noch desswegen interessant, als auch hier versucht wird durch histologische Details einen Ausgleich zwischen der M. Edwards'schen und Langer'schen Anschauungsweise herbeizuführen.

Einzelne histologische Bemerkungen über die Gefäße mehrerer Molluskengeschlechter bringt Kollmann[4] in seinen Abhandlungen über Häutchenzellen und Myxom und über strukturlose Membranen bei Wirbelthieren und Wirbellosen[5].

Nach von Ihering[6] dient bei Thetys das eingeführte Wasser nicht nur zur Verdünnung des Blutes, sondern zugleich einer inneren Respiration.

In meiner schon Anfangs hier erwähnten Arbeit[7] tritt auch mehrfach die Ansicht über ein nichtgeschlossenes Gefäßsystem und Wasseraufnahme bei Anodonta zu Tage. BONNET[1] sagt: »was die Beschaffenheit der Blutbahnen anbelangt, so kreist das Blut in der Acephalenkieme theils in glatten, strukturlosen mit Endothel ausgekleideten Gefäßen, wie bei Mytilus, theils in einer Kombination von solchen endothelhaltigen Röhren und eingefügtem spongiösen Gewebe — Arca — das wahrscheinlich lakunär ist, d. h. interstitielle Lücken besitzt, wie es ja auch im Eingeweidesacke dieser Thiere als Übergang von den wirklichen Kapillaren zu den Venen vorkommt. Was die lakunären Blutbahnen anbetrifft, so werden dieselben auch von HOLMAN PECK[2] und aufs Neue von POSNER[3] in seinen histologischen Studien über die Kiemen der acephalen Mollusken bestätigt.

---

[1] Kollmann, in: diese Zeitschr. Bd. XXVI, 1878. p. 91. 92 sqq.

[2] Ders., in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII. 1876.

[3] Flemming, Über Bindesubstanz und Gefäßwandung im Schwellgewebe der Muscheln. Arch. für mikr. Anat. Bd. XIII. 1876.

[4] Kollmann, in: Virchow's Archiv. Bd. LXVIII. p. 25 etc.

[5] Kollmann, in: Sitzungsberichte der math. physik. Klasse d. Königl. Bayer. Akad. der Wissensch. 1876. H. II.

[6] von Ihering, in: Morphol. Jahrb. Bd. II. 1876.

[7] Griesbach, in: Arch. f. Naturgesch. 1877. Jahrg. 43. Bd. I.

Die Streitfrage über die Bindesubstanz der Acephalen zwischen KOLLMANN und FLEMMING findet weitere Erörterungen auf der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte[4]. Die Debatte führt zu keinem positiven Resultate und endigt mit der Einladung am 22. September Morgens 9 Uhr im histologischen Institute die beiderseitigen Präparate zu prüfen.

Auch in dem schönen Werke von SABATIER[5] über Mytilus edulis finden sich eingehende Betrachtungen über die Theorie des Gefäßsystems; eben so geht FLEMMING[6] in seinem Aufsatze über die Blutzellen der Acephalen und Bemerkungen über deren Blutbahn darauf ein.

Verschiedene sich widersprechende Meinungen veranlassen SLUITER[7] zum erneuerten Studium der Lamellibranchiatenkieme. Das Resultat ist, dass höchst wahrscheinlich in derselben ein ganz geschlossenes Gefäßsystem vorhanden ist, bei Mytilus ist dies sogar ohne allen Zweifel, das Gewebe der Kieme ist dann auch nicht lakunär.

Aus der verzeichneten Litteratur ist ersichtlich, dass die Frage nach dem »Geschlossensein oder Nichtgeschlossensein« des Gefäßsystems und die damit zusammenhängende Frage nach der Wasseraufnahme endgültig noch immer nicht entschieden ist, obwohl die Mehrzahl der Forscher, wenn auch mit einigen Modifikationen namentlich in histologischer Beziehung, den Standpunkt von MILNE EDWARDS, DELLE CHIAJE und LEYDIG einnehmen.

---

[1] BONNET, Bau und Cirkulationsverhältnisse der Acephalenkieme. Morphol. Jahrb. Bd. 3. 1876.

[2] HOLMAN PECK, The minute structure of the gills of Lamellibranch Mollusca. Quart. Journ. of micr. sc. Vol. XVII. London 1877.

[3] POSNER, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIV. 1877.

[4] Amtl. Bericht d. 50 Naturf. Vers. (München). Zoologie. Sitzung v. 21. Sept. 1877. (Separatabdr.)

[5] SABATIER, Etude sur la moule commune. 1. partie in Mém. de l'acad. de Montpellier. 1877.

[6] FLEMMING, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV. 1878. p. 243 sq.

[7] SLUITER, in: Die Zoologie in den Niederlanden. 3.: Die im Laufe d. Jahres 1878 erschienenen Arbeiten. Dr. T. P. C. HOEK. Sep.-Abdr. aus dem niederl. Arch. f. Zoologie. Bd. V. p. 14. 15.

So war der Stand der Dinge bis vor Kurzem. Da auf einmal theilte JUSTUS CARRIÈRE[1] der erstaunten fachmännischen Welt mit, dass das Gefäßsystem der Mollusken nach außen völlig abgeschlossen sei (zwar kennt CARRIÈRE auch die »problematische« Ausmündung der Kiemenvene VON HESSLING's), dass ein Wassergefäßsystem nicht existire, die Thiere für das zeitweise Anschwellen ihres Fußes kein Wasser bedürften, ja dass Wasser in das Blut überhaupt nicht eindringe, und etwaige früher als Pori aquiferi beschriebene Öffnungen auf der Fußkante die Ausmündungen von Schleimdrüsen seien.

Es leuchtet Jedem sofort ein, dass CARRIÈRE's muthmaßliche Entdeckungen, falls sie sich nicht als irrthümlich erweisen, in der Auffassung von den gesammten Organisationsverhältnissen der Weichthiere eine gewaltige Umwälzung hervorrufen müssen.

Indem ich somit eine, wie ich hoffe, einigermaßen vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur über das Gefäßsystem und die Wasseraufnahme bei den Mollusken gegeben habe, glaube ich damit den Fachgenossen zugleich für ähnliche Arbeiten wie diese, die Herbeischaffung der nöthigen Werke erleichtert zu haben.

Es schien mir diese eingehende historische Entwicklung um so nothwendiger, als eine übersichtliche Angabe der Litteratur namentlich der letzten zwei Decennien meines Wissens nicht existirt.

Ob die neuesten von CARRIÈRE aufgestellten Behauptungen über die Gefäßfrage zutreffend oder irrthümlich sind, das möchte ich durch meine in Nachstehendem niedergelegten Untersuchungen klar zu legen versuchen.

II. Anatomisch-physiologische Betrachtungen.

A. Das Gefäßsystem.

Die schwierige Frage nach der Beschaffenheit der Kreislaufsorgane hat, wie ich in dem historischen Überblicke gezeigt habe, vielfache und eingehende Behandlung erfahren. Dank den schönen Untersuchungen Keber's[1], namentlich aber Langer's[2] und von Hessling's[3], sind die Kreislaufsverhältnisse bei den Najaden, durch die Lacaze-Duthiers'[4] und Sabatier's[5] bei den Mytiliden unserem Verständnisse um ein gutes Stück näher gerückt. Mit Hilfe von Injektionsmethoden, die mit überraschender Fertigkeit angestellt wurden, haben diese Forscher den Gefäßapparat bis in seine feinsten peripherischen Verzweigungen gefüllt und die engen Blutbahnen mit Messer und Schere unter der Lupe verfolgt und zur Anschauung gebracht. — Wie sich die Gefäße bei den meisten Wirbellosen in geringem Grade von der allgemeinen Bindesubstanz der Organe individualisirt haben, so auch bei den Lamellibranchiaten. Dort liegen sie wie eingegraben in der umgebenden Gewebemasse und lassen eigene Wandungen mit unbewaffnetem Auge kaum und nur noch in den gröberen Bahnen erkennen, wenn eine vorherige Füllung mit passenden Injektionsmassen stattgefunden hat. —

---

[1] CARRIÈRE. Zuerst sind seine Untersuchungen von SEMPER erwähnt in einer kleinen Notiz aus der Würzburger physikalisch-medic. Gesellschaft. Sitzung vom 4. Mai 1868. — Ders. Die Drüsen im Fuße der Lamellibranchiaten. Arbeiten aus dem zoolog. zoot. Inst. Würzburg. Bd. V. (Arbeit vom 28. Juni 1879.) Ferner: Ders., Haben die Mollusken ein Wassergefäßsystem? Biolog. Centralbl. Jahrgang I. — Ders., Das Wassergefäßsystem d. Lamellibranchiaten u. Gastropoden. Zoolog. Anz. 1881. No. 90.

Doch die makroskopische Anatomie der Kreislaufsorgane ist in ihren einzelnen Abschnitten heute kaum mehr einem Zweifel unterworfen, und nur für die mikroskopische Analyse sind noch einige streitige Punkte übrig geblieben. Die Frage, um die es sich heute und auch in dieser Arbeit handelt, ist, wie schon angedeutet, die: Wie gestaltet sich das endliche Schicksal der sogenannten Kapillaren? Gelungene Injektionen des Gefäßapparates zeigen mir, sowohl bei der Verfolgung der einzelnen Zweige mit der Schere unter der Lupe, als auch auf Quetschpräparaten[6], vor Allem aber auf mikroskopischen Längs- und Querschnitten durch ganze Thiere und einzelne Körperpartien, sowohl an eigenen Präparaten, als auch an solchen, welche ich durch die Güte des Herrn Prof. Kollmann erlangte, dass die feinen Zweige der Arterien endlich in Gefäßbahnen übergehen, für welche man anscheinend mit vollem Rechte den Namen: Kapillaren substituiren kann. Diese Röhren zeigen, wie schon mehrfach nachgewiesen[7], auch mir ein deutliches Endothel, sind also integrirende Bestandtheile des Gefäßapparates; denn mit Kollmann[8] rede ich nur dann von einem Gefäße, wenn sich der charakteristische Theil desselben, das Endothel, findet. — Überraschend ist Anfangs die verhältnismäßig bedeutende Weite und die enorme Ausdehnungsfähigkeit dieser Röhren. Was die Weite anbelangt, so nehme ich mit Kollmann zwei Formen an: Kapillaren erster Größe, deren Durchmesser im frischen Zustande zwischen 42 und 55 μ, und solche zweiter Größe, deren Durchmesser zwischen 25 und 30 μ schwankt. Diese Angaben finden sich in Kollmann's Arbeit über die Bindesubstanz, und ich kann dieselben nach eigenen Messungen bestätigen. Überraschend, sage ich, ist diese Weite, wenn man ihre Maße mit denen der Kapillaren bei Wirbelthieren vergleicht; zwar giebt es auch Wirbelthierkapillaren, deren Durchmesser, bei Größenzunahme der Blutzellen, bis 40 μ und darüber beträgt, doch finden sich solche Maße nur bei Kaltblütern[1]; beim Menschen schwankt die Weite bekanntlich zwischen 4 und 22 μ. Durch gute Füllung des Gefäßapparates mit erhärtenden Injektionsmassen zeigt sich die enorme Ausdehnungsfähigkeit der Gefäße; die Kapillaren erscheinen dann bis zu 120 μ stark. — Eine solche Ausdehnungsfähigkeit aber kommt dem gesammten Gefäßapparate zu und erklärt sich aus der Wasseraufnahme. Normal befindet sich das Thier immer in einem gewissen Grade von Schwellung, welche beim Ausstrecken des Fußes das Maximum erreicht. —

---

[1] Keber, l. c. [2] Langer, l. c. [3] von Hessling, l. c.

[4] Lacaze Duthiers, l. c. [5] Sabatier, l. c.

[6] Das Injektionspräparat wird eine halbe Stunde lang in verdünnte Essigsäure gelegt und darauf 24 Stunden in eine Mischung von Essigsäure und Glycerin, dann zwischen zwei entsprechend große starke Glasplatten gelegt und mit Gummiringen komprimirt. Bei vorsichtigem Verfahren erhält man zur Übersicht mit unbewaffnetem Auge, mit der Lupe, und mit schwachen Systemen schöne Bilder.

[7] Vgl. die citirte Litteratur.

[8] Kollmann, Bindesubst. d. Aceph. p. 561.

Das durch Anstich annähernd blutleer gemachte Herz fand ich um das fünf- bis sechsfache kleiner als im Zustande der normalen Pulsation. Bei Thieren, welche an Herzbeutelwassersucht zu Grunde gegangen waren, habe ich den Herzbeutel bei einer 11 cm langen Anodonta, statt mit dem normalen Durchmesser von 1,3 cm mit dem von 2,7 cm gefunden. Beim Einbinden der Kanüle in die Aorta lässt sich, bei vorsichtiger Injektion mit Quecksilber, das Herz und die vordere Aorta bis zu der Stelle, wo sie rechterseits nach hinten zu in einem Bogen umbiegt, bei einer Anodonta von 18 cm Länge annähernd um das 11fache des ursprünglichen Volumens ausdehnen, ohne zu platzen. Dieses Experiment muss man zum eigenen Erstaunen gemacht haben, um sich von solch enormer Expansion eine Vorstellung zu bilden.

Doch wohin geräth das Blut, wenn es die Kapillaren verlässt? Es geräth nicht direkt in die venösen Bahnen, sondern zwischen diesen und den arteriellen Bahnen ist ein weit ausgebreitetes System von Gewebslücken eingeschoben, welche zunächst den Blutstrom aufnehmen. Diese Gewebslücken oder Lakunen, wie ich sie mit anderen Forschern nenne, sind vielfach mit einander anastomosirende, 35 bis 100 μ weite, oft zellenähnliche, mikroskopischer Wandungen und des Endothels entbehrende, blutführende Räume im Gallertgewebe, und finden sich überall dort, wo dieses im Muschelleibe vorkommt.

---

[1] Vgl. u. a. Kollmann, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII. p. 563.

Meine eigenen Beobachtungen beschränken sich eingehend dies Mal nur auf Fuß und Mantel[1], doch habe ich sie auch in den Tentakeln gesehen und nach Posner[2], Bonnet[3], Holman Peck[4] sollen sie sich auch in den Kiemen finden, welcher Ansicht Kollmann[5] und Sluiter[6] sich nicht anschließen. Nach der gegebenen Definition nun existirt ein scharfer Unterschied zwischen einem Gefäße und einer Lakune und indem sich letztere zwischen wahre Gefäße einschiebt, ist der Kreislauf bei unseren Thieren auch kein geschlossener, wie die Hauptvertreter dieser Ansicht, Robin[7] und Langer[8], behaupten, sondern ein überall durch Räume unterbrochener, welche als integrirende Bestandtheile des Gefäßsystems nicht aufzufassen sind. —

Es liegt hier nicht in meiner Absicht, und ich habe auch nicht den Raum dazu, auf histologische Detailfragen über die Bindesubstanz der Mollusken einzugehen, doch so viel kann ich zu bemerken nicht unterlassen, dass ich mich, hinsichtlich der Bindesubstanz der Lamellibranchiaten, den Ansichten Kollmann's[9] vollständig anschließe. Die Bindesubstanz der Lamellibranchiaten ist morphologisch, physiologisch, physikalisch und chemisch etwas ganz Anderes, als dasjenige, was wir gewöhnlich mit dem Namen Bindegewebe zu bezeichnen gewohnt sind. Meine eigenen Untersuchungen über diesen hochinteressanten Punkt, der, obgleich bis jetzt noch wenig berührt[10], doch zu einem ganz besonders verlockenden Streitapfel werden wird, sind nicht völlig abgeschlossen, und ich verspare eingehende Betrachtungen daher auf eine spätere Arbeit.

Ich wende mich jetzt zu den Flemming'schen Ansichten[11] über die letzten Verzweigungen der Arterien.

Ich habe mich einige Zeit auf demselben Standpunkte befunden wie dieser Forscher. Ich habe die sogenannten Langer'schen Blasen, die Flemming Schleimzellen nennt, ebenfalls für geschlossene Zellen gehalten, und die Blutkörperchencoagula darin und die Blutkörperchen und die Kerne in den Zellen der benachbarten Bindesubstanz für ihre eigenen Kerne angesehen. In Folge dessen konnte ich mich nicht für die Anwesenheit von Lakunen begeistern, sondern nahm, wie Flemming es beschreibt und abbildet, speciell im Fuße und Mantel der Najaden die hellen Blasen für wirkliche Zellen, auf deren physiologische Funktion ich mir allerdings keinen Vers machen konnte, und das umgebende Gewebe für Blutbahn. Ich glaubte somit an einen geschlossenen Kreislauf im Sinne der Autoren. Aber der Umstand, dass schon Langer[1], der diese Dinge gesehen, ihre Zellennatur sehr zweifelhaft hinstellte, weil sie nach ihm häufig mit einander verschmelzen und auch keinen Kern zeigen, ferner der ganze Streit zwischen Kollmann und Flemming[2] und endlich die Thatsache, welche ich jetzt durch meine Untersuchungen gefunden habe, dass nämlich bei genauer Untersuchung mit dem ganzen Hilfsapparat des modernen Mikroskopikers, der vermeintliche Kern und das Protoplasma im Innern der Gallertbalken liegt und ich immer wirkliche Blutkörperchen in den blasenartigen Räumen finde, dass überdies nirgends, abgesehen von den Ovulis, im ganzen Muschelleibe mehr Zellen von dieser oben angegebenen Größe existiren, und dass endlich Injektionsmasse in diese Gebilde eindringt — lehren mich heute dieselben Anschauungen theilen, welche Kollmann[3] von diesen Dingen hegt, und somit alle anderen Ansichten, die ich hegte, aufgeben. Die Injektion dieser Langer'schen Blasen oder Flemming'schen Schleimzellen beweist schlagend, dass dies keine geschlossenen Zellen sein können.

---

[1] Im Boj. Organe habe ich derselben schon a. a. O. gedacht.

[2] Posner, l. l. c. c. [3] Bonnet, l. c. [4] Holman Peck, l. c.

[5] Kollmann, Bindesubst. d. Aceph. Arch. f. mikr. Anat. XIII. p. 587.

[6] Sluiter, l. c. [7] Robin, l. c. [8] Langer, l. c.

[9] Kollmann, l. l. c. c.

[10] Bonnet, l. c., tritt der K'schen Ansicht ebenfalls bei.

[11] Flemming, Üb. Bindesubst. u. Gefäßwandung bei Mollusken. Rostock 1871. — Über Bindesubstanz u. Gefäßwdg. im Schwellgew. d. Moll. Arch. f. m. Anat. XIII. — Bericht der 50. Naturf.-Versammlung.

Freilich die genannten Forscher haben bei ihren Injektionen als Ausgangspunkt eine größere Blutbahn gewählt oder dieselben durch lokalen Einstich bewerkstelligt. Obgleich auch Kollmann[4] in dieser Weise die Pseudozellen injicirt haben will, so ist mir diese Methode nie gelungen. Macht man nämlich vom Herzen oder der Aorta aus Injektionen an frischen Thieren, so schnüren dieselben, sobald die Masse in die Blutbahn eindringt, diesen Theil und benachbarte Gegenden des Gefäßapparates unter kräftiger Kontraktion ab, und alle weitere Mühe ist vergeblich. Im günstigsten Falle gelangt, namentlich wenn das Thier in warmem Wasser gelegen, und die Masse möglichst dünnflüssig ist, dieselbe bis in die Kapillaren, weiter dringt sie nicht, weil gewöhnlich der Druck nicht ausreicht; wenn dies wirklich der Fall ist, so entstehen sehr leicht Zerreißungen und Zerrungen und statt das Lakunennetz zu füllen, erhält man ein Extravasat, welches dann auf eine Anzahl von der Injektion nicht mit ergriffener Lakunen drückt und diese in Kunstprodukte umwandelt, die eine täuschende Ähnlichkeit mit völlig abgeschlossenen, nirgends mit einander anastomosirenden blasenartigen Hohlräumen, ja mit wirklichen kernhaltigen Zellen haben. Injicirt man lokal durch Einstich, so treten bei mir ganz ähnliche Verhältnisse ein. Injektionen der Lakunen an kollabirten oder ganz abgestorbenen Thieren gelingen nach meinen Erfahrungen desswegen nie, weil einmal Zerreißungen vor sich gehen, wobei eine heillose Verwirrung hervorgerufen wird, andererseits aber desswegen nicht, weil die gänzlich erschlafften Gewebe der großen Ausdehnungsfähigkeit der Gefäße und Lakunen zu Hülfe kommen, die Injektionsmassen sich in sehr großen Räumen ausbreiten und auf diese Weise wiederum Zerrbilder entstehen. Alle diese die Untersuchung erschwerenden Umstände haben dazu beigetragen, dass auch ich mich nicht zu der Annahme der Lakunen als Blutbahn entschließen konnte. Da endlich gelang es mir dieselben durch die Thiere selbst mit Farbstoffen füllen zu lassen, und sie zu injiciren und zwar an solchen Stellen, wo das ganze Lakunensystem mit dem umgebenden Medium in direkter Kommunikation steht, nämlich durch die »Pori aquiferi«[1] auf der Fußkante von Anodonta und Unio und durch die Querspalte vorn auf der unteren Fläche des Spinnfingers von Mytilus und Dreyssena[2]. Doch ehe ich auf dieses Offenstehen des Gefäßapparates näher eingehe, muss ich erst noch den Blutstrom weiter verfolgen. —

---

[1] Langer, l. c.

[2] Vgl. d. verzeichn. Litt.

[3] Kollmann, Bindesubstanz d. Aceph.

[4] Kollmann, in: diese Zeitschr. Bd. XXVI. p. 93.

---

[1] Vgl. die im histor. Überblicke erwähnte Litteratur.

[2] Wenige Tage vor der Korrektur des zweiten Bogens dieser Arbeit traf ich in Kiel persönlich mit Professor Flemming zusammen. Das Gespräch kam sehr bald auf die »Schleimzellen« und Prof. Flemming hatte die Güte, mir seine Präparate zu zeigen.

Ich bedauere lebhaft diese wunderschönen Präparate nicht früher gesehen und studirt zu haben. Es haben aber diese Präparate nicht vermocht, meine ursprünglichen Ansichten, welche, wie schon gesagt, dieselben wie die Flemming's waren, wieder in den Vordergrund zu drängen.

Nach meinen genauen Untersuchungen und eingehenden Betrachtungen Kollmann'scher Präparate muss ich für jetzt noch daran festhalten, dass die vermeintlichen Flemming'schen Zellen — wenigstens im Fuße der Najaden — die wirklichen Lakunen sind. Ich gebe zu, dass das Gebilde, welches F. als Kern seiner Zellen deutet, an seinen Präparaten — wenigstens nicht auf den ersten Blick — kaum eine andere Deutung zulässt. Die scheinbaren Kerne, die sich bisher mir präsentirten, sind Blutkörperchengebilde.

Was mich aber am meisten zwingt, augenblicklich noch an meinem mit Mühe errungenen Standpunkte festzuhalten, ist der Umstand, dass sich die von Flemming als Zellen, von Kollmann und mir als Lakunen betrachteten Gebilde bei »Selbstinjektion« des Thieres füllen.

Diese Füllung beruht aus folgenden Gründen nicht etwa auf Diffusionserscheinungen:

Aus dem, den ganzen Körper durchziehenden, Blut führenden Lakunensystem entstehen allmählich wieder Gefäße, welche das Blut an den verschiedensten Körpergegenden sammeln. Aus den Lakunen des Fußes und des vorderen Manteltheiles führen Sammelvenen das Blut in den Truncus venosus[1], welcher »unter dem Mastdarme in den Herzbeutel einmündet, und sich durch die ganze Länge desselben hinzieht«. Am Herzbeutel führt dies Gefäß den Namen Sinus Bojani oder Venensinus. Auf Einzelnes dieser längst bekannten Blutbahnen, so wie auf die Stromrichtungen, verweise ich für die Najaden auf KEBER's*, LANGER's* und VON HESSLING's*, für die Mytiliden auf LACAZE DUTHIERS'* und SABATIER's*, für beide außerdem auf KOLLMANN's* Angaben. Die Venen sind wirkliche Gefäße mit Endothelauskleidung, doch befinden sie sich in ihrer Entwickelung noch in einem nicht so weit vorgeschrittenen Differenzirungszustande als der arterielle Theil des Gefäßsystemes. Ein erweiterter Abschnitt des venösen Gefäßrohrs, der Sinus Bojani oder Venensinus, ist als Sinus, nach der Definition dieses, ein Gefäßbestandtheil mit Endothel. Dieses ist von EBERTH[2] und KOLLMANN[3] nachgewiesen und meine Abbildung (Fig. 17) ist nach einem Präparate angefertigt, welches Herr Prof. KOLLMANN die Güte hatte mir zur Verfügung zu stellen. Ein erweiterter Gefäßtheil, ein echter Sinus, ist auch noch der Herzbeutel selbst. In ihm sammelt sich das Blut, um nach zwei Richtungen abzufließen, nämlich durch die Blutbahnen des rothbraunen Organes und durch das BOJANUS'sche Organ in das umgebende Medium.

Mit Rücksicht darauf, dass das Gefäßsystem der Lamellibranchiaten in allen seinen Theilen eine enorme Ausdehnungsfähigkeit besitzt, kann ich mich mit der Ansicht nicht befreunden, welche dort, wo solche Schwellungserscheinungen hauptsächlich auftreten, ein beson-

---

1) Nähme man an, dass gefärbtes Wasser durch die Membran der F.'schen Zelle auf dem Wege der Endosmose in das Innere dringe, welches wäre dann das flüssige Medium, welches durch Endosmose aus dem Innern entwiche? Etwa das Zellprotoplasma?

2) Wer Diffusionserscheinungen der verschiedensten Art genauer studirt hat, muss sich gestehen, dass eine so schnelle Füllung, wie sie bei der lebenden Muschel durch »Selbstinjektion« eintritt, nicht auf Diffusion beruhen kann.

3) Bei oftmals wiederholten Versuchen gelingt es, wenn man die frischen Thiere in Wasser legt, in welches man Magnesia- oder Karminpulver streute, diese festen Substanzen im Innern der in Frage stehenden Gebilde nachzuweisen — feste Körper aber diffundiren nicht.

[1] KOLLMANN, in: diese Zeitschr. Bd. XXVI, p. 93.

* Vgl. die im histor. Überblick citirte Litteratur.

[2] EBERTH, l. c.

[3] KOLLMANN, Bindesubst. der Acephalen. Arch. f. m. Anat. Bd. XIII. p. 563.

deres Schwellgewebe oder Schwellnetz hin verlegt. Schon LANGER[1] und VON HESSLING[2] haben diesen Ausdruck für ihre Kapillaren, namentlich im Fuße und Mantel eingeführt, und FLEMMING[3] beschreibt als Schwellnetz enge, verästelte, kommunicirende Gänge mit sehr ausdehnbarer Wand, welche zwischen den Schleimzellen liegen, Endothel hat darin nicht nachgewiesen werden können und der Ausdruck »lakunär« ist für dieselben zulässig. Wie ich schon bemerkt, sind nach KOLLMANN's[4] und meinen Untersuchungen die Gänge solide Gallertbalken und die von FLEMMING als Schleimzellen in Anspruch genommenen Gebilde, die wirklichen Lakunen, durch welche im Fuße Wasser ad libitum eingenommen werden kann. Dass durch diese wirklichen Lakunen die Schwellungsfähigkeit der Muscheln noch vergrößert werden kann, ist desswegen einleuchtend, weil der Körperflüssigkeit durch sie noch größerer Raum zum Ausbreiten geboten wird; denn die Lakunen sind »an und für sich beinahe ad infinitum erweiterbar«.

Wollte man aber allein diesen wahren Lakunen das Schwellungsvermögen der Thiere zuschreiben, so möchte ich doch glauben, dass dies zu einer Verkennung der Ausdehnungsfähigkeit der übrigen Blutbahnen Veranlassung geben könnte. Und ferner, wollte man von lokalen Schwellgeweben reden, so findet sich, meiner Ansicht nach, dabei stets der Gedanke versteckt, als handele es sich um einen geschlossenen Kreislauf, bei welchem die Schwellung einzelner Körperpartien dann durch übermäßiges Zuströmen oder durch Aufstauen des Blutes einzig und allein bewirkt würde, während sie in Wirklichkeit doch nur die Folge der Wasseraufnahme ist. —

Wenn es nun immer noch Forscher[5] giebt, welche bei den Lamellibranchiaten überhaupt jegliches Vorkommen von Lakunen in Abrede stellen, so hat dies wohl in einseitigen Untersuchungen seinen Grund, welche sich nur auf bestimmte Körperstrecken, namentlich auf die Kiemen beschränken, und von dort gefundenen Resultaten auf den gesammten Organismus schließen. —

Über die Form und die Anordnung der Lakunen lässt sich nichts allgemein Gültiges aussagen. Ich kann nur den Äußerungen KOLLMANN's[6] beipflichten, dass dieselben in den Tentakeln eine besondere Anordnung zeigen und in den Muskeln oft wie Gefäße aussehen. Letzteres Verhalten möchte ich ganz besonders betonen: Die später bei der Wasseraufnahme genauer zu beschreibenden Lakunen in dem Spinnfinger von Mytilus, welche einem allseitigen Muskeldrucke ausgesetzt sind, sehen mit ihren oft regelmäßigen Verzweigungen oft wirklichen Gefäßen täuschend ähnlich.

---

[1] LANGER, l. c.
[2] VON HESSLING, l. c.
[3] FLEMMING, Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII, p. 833 sq. p. 859.
[4] KOLLMANN, Bindesubst. d. Aceph.
[5] LEGROS, l. c.
[6] KOLLMANN, Bindesubstanz der Acephalen. p. 567.

Doch ich kann diesen Abschnitt nicht verlassen, ohne noch einmal auf einen wesentlichen Punkt der Gefäßfrage, welcher die sogenannten Kapillaren betrifft, zurückzukommen.

Wenn ich vom histologischen Standpunkte aus mit anderen Forschern gewiss mit Recht diesen in Obigem genau beschriebenen Gefäßen den Charakter von Kapillaren zuerkenne, so muss ich ihnen vom physiologischen Gesichtspunkte aus in den bei Weitem meisten Abschnitten des Muschelorganismus denselben doch absprechen.

Ein verhältnismäßig enges, mit Endothel ausgekleidetes, fein verästeltes Gefäß ist noch keine Kapillare im physiologischen Sinne. Letzterem gegenüber sind Arterien und Venen nur die ab- und zuführenden Wege des Blutstromes, während den Kapillaren außerdem, dass sie direkte Blutwege zwischen Arterien und Venen sind, noch die physiologisch wichtigste Funktion des ganzen Gefäßapparates zufällt, nämlich, ohne Hinzutreten anderer Gebilde, die Wechselwirkung zwischen Blut- und Organflüssigkeit, die Aufnahme und Absonderung flüssiger und gasförmiger Produkte durch die dünnen Wandungen hindurch zu bewerkstelligen.

Aus diesem doppelten Grunde giebt es in dem größten Theile des Muschelleibes keine Kapillaren; denn das Blut fließt zwischen den arteriellen und venösen Bahnen durch wandungslose Gewebslücken, und das physiologische Moment der Diffusionserscheinungen tritt in den Hintergrund, während dafür der einfache Vorgang des Durchsickerns, Transsudirens und der Lebensprocess und die Metamorphose gewisser Zellen eine größere Rolle spielt. Das Blut ist zugleich Parenchymflüssigkeit κατ᾽ ἐξοχὴν; seinen Nahrungswerth erhält es auf zwei Wegen: erstens, durch Aufnahme von Chylus aus dem Darmkanale direkt durch Transsudiren in die lakunären Bahnen der Darmleiste, zweitens, durch willkürliche Vermischung mit Wasser, durch die mit dem umgebenden Medium in Verbindung stehenden Lakunen des Fußes. Das aufgenommene Wasser bildet ein Komplement dieser wunderbaren Ernährungsflüssigkeit.

Während auf solche Weise bei einer Degradation des Gefäßsystems die Bedeutung cirkulirender Säfte als Parenchymflüssigkeit für den Ernährungsprocess zunimmt, kann auch von wirklichen Diffusionserscheinungen im physikalisch-physiologischen Sinne nicht mehr die Rede sein. Sobald ferner das Gefäßsystem aufgehört hat ein geschlossenes System zu bilden, sickert die Ernährungsflüssigkeit in Theile der

Leibeshöhle, welche dann in offener Kommunikation mit dem Cirkulationsapparate steht und gewissermaßen ein Theil desselben ist, ja die Funktion eines venösen Sinus übernimmt.

Es ist leicht herauszufühlen, worauf ich zusteure: Ich betrachte die ganzen venösen Blutbahnen mit Einschluss der Lakunen entwicklungsgeschichtlich als Reste des Coeloms[1], in welches die Arterien, die sich erst durch einen fortgeschritteneren Differenzirungsprocess aus demselben herausgebildet haben, mit mehr oder weniger feinen Verzweigungen einmünden. Venen und Sinus stehen dadurch, dass sie Endothel führen, schon auf höherer Stufe als die Lakunen, welche das primitive Coelom repräsentiren. —

Ernährungserscheinungen, wie sie hier vor uns liegen, sind um nichts wunderbarer als jede Ernährung überhaupt, wenn man bedenkt, dass alle Gewebe zunächst sich selbst durch Anziehung des ihnen homogenen Stoffes bilden müssen, dass nicht die Blutgefäße als Bildner der Organe angesehen werden können, sondern dass sich diese vielmehr aus einer Flüssigkeit ernähren, von welcher sie selbst durchtränkt sind, welche sich nur aus dem Blute stets erneuert. — Ferner ist anzunehmen, dass bei solchen Ernährungsverhältnissen für die Assimilation und Exkretion gewisse Zellen sich betheiligen, und dahin rechne ich vor Allem die Rund- und Spindelzellen des Gallertgewebes, dass aber auch zu diesem Zwecke eine molekulare Umwandlung in der Grundsubstanz selbst vor sich geht, mit andern Worten, dass die Intercellularsubstanz selbst physiologisch thätig[2] eingreift.

An der Oberfläche der Organe nehmen die Zellen exkretorische Bedeutung an, wobei sie oft selbst einer Umwandlung, Abstoßung, Auflösung, unter stetem Nachrücken neuer Zellen, unterworfen sind, so zum Beispiel auf den Falten des Bojanus'schen Organes und am Mantel. Ein Hilfsmittel bei all diesen Vorgängen ist das durch den ganzen Organismus verbreitete Wimperspiel. —

Eine osmotische Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure in den Kiemen halte ich für möglich, aber nicht für unbedingt nothwendig. Es ist bekanntlich durch neuere Untersuchungen über den Bau der Lamellibranchiatenkiemen[1] das Vorkommen lakunärer Blutbahnen in denselben mehrfach behauptet, aber auch Widerspruch dagegen erhoben worden[2].

---

[1] In Bergmann u. Leuckart u. in Huxley: Grundzüge d. Anatomie d. wirbellosen Thiere, übersetzt von Spengel, findet man p. 421 bereits ähnliche Andeutungen. — Über das Vorkommen eines Coeloms bei den Lamellibranchiaten spricht sich soeben Kollmann — K.'s und meine Anschauungen sind gänzlich unabhängig von einander entstanden — in einer Arbeit für die Jubelfeier der Würzburger Universität aus. Flemming ist der Ansicht, dass es bei den Lamellibranchiaten keine erkennbare Leibeshöhle gäbe (Habilitationsschrift p. 31).

[2] Vgl. Kollmann, Strukturlose Membranen etc. Sitzungsber. der math. phys. Kl. d. k. bayr. Akad. d. Wissensch. 1876. Heft II.

Bei Mytilus ist das Fehlen der Lakunen nach BONNET[3] und KOLLMANN[4] ohne allen Zweifel.

In diesem Falle sind die fadenförmigen Kiemen nur zum Zwecke der Respiration vorhanden, wir haben es in ihnen mit einer fortgeschrittenen Arbeitstheilung zu thun und diese Kiemenformen repräsentiren die höchste Entwicklungsstufe, es zeigt sich ein geschlossenes Gefäßsystem mit Diffusionsvorgängen für die Athmung.

Anders liegen die Verhältnisse in den Najadenkiemen. Hier sind durch scharfe Beobachter[5] Lakunen konstatirt worden und ihr Vorkommen ist um so verständlicher, wenn man berücksichtigt, dass die Najadenkieme ein niedrigeres Entwicklungsstadium repräsentirt und zugleich als Brutbehälter dient. Aus den obigen Betrachtungen erhellt nun, dass das Vorkommen von wirklichen Kapillaren im Organismus der Lamellibranchiaten bei einigen Formen bis auf Null reducirt ist, bei anderen sich nur auf das Respirationsorgan beschränkt, doch steht auch hierüber die Frage noch offen.

B. Die Wasseraufnahme.

Wenn ich in den vorliegenden Mittheilungen bereits mehrfach angedeutet habe, dass das Gefäßsystem der Lamellibranchiaten auch mit dem umgebenden Medium in Verbindung stehe, so möchte ich jetzt genauer auf diese Umstände eingehen.

Ich will gleich vorausschicken, dass mir die des Weiteren eingehend zu beschreibenden Beobachtungen über die Wasseraufnahme nur an Najaden, namentlich an Anodonta gelungen sind, da hier im Binnenlande, weit entfernt von der Küste, Mytilus[6] im normalen Zustande schwer zu halten ist, und Dreyssena für solche Beobachtungen ein sehr ungeeignetes Objekt bildet. Dagegen erstrecken sich meine mikroskopischen Untersuchungen sowohl auf die eine, als auch auf die andere Familie.

Über die Kammmuscheln und noch einige andere marine Familien hoffte ich zugleich Aufschluss geben zu können; da mir aber bisher nicht das nöthige Material, um welches ich in Neapel nachgesucht, zu

---

[1] Vgl. die Arbeiten von POSNER, BONNET, HOLMAN PECK.

[2] KOLLMANN, Bindesubstanz der Aceph. p. 587. Vgl. auch Sep.-Abdr. aus d. niederl. Arch. f. Zoologie. Bd. V. p. 14. 15.

[3] BONNET, l. c. p. 322.

[4] KOLLMANN, Bindesubst. d. Aceph. p. 587.

[5] Vgl. die Arbeiten von POSNER, BONNET, HOLMAN PECK.

[6] Die Thiere kamen, obgleich in Seewasser verschickt, meistens halb todt an.

Gebote stand, so verspare ich eingehende Mittheilungen darüber auf ein anderes Mal.

Carrière ist in seinen citirten Arbeiten einer Wasseraufnahme so entschieden entgegengetreten, dass frühere Untersuchungen gewissenhafter Beobachtungen sämmtlich irrthümlich erscheinen, und ich glaube eine Berücksichtigung dieser wichtigen Frage ist um so nöthiger, da, so viel ich weiß, von keiner Seite Bestätigungsarbeiten, welche den Carrière'schen Ansichten beitreten, erschienen sind. —

Wenn Anodonta und Unio sich an die Gefangenschaft einigermaßen gewöhnt haben, und man dafür sorgt, dass das Wasser, in welchem die Thiere aufbewahrt werden, immer die nöthige Frische hat, so bemerkt man, dass dieselben meist mit etwas geöffneter Schale ruhig verharren. Streut man zu Pulver verriebene Substanzen in das Wasser, so sind in demselben Strömungen wahrzunehmen, obgleich die Oberfläche und die Thiere völlige Ruhe bewahren.

Nur dann und wann sieht man an einer Stelle, an welcher eine Muschel mit ihrem hinteren Ende der Oberfläche zugekehrt liegt, das Wasser plötzlich aufwallen, als hätte ein Strahl von unten her gegen die Oberfläche gewirkt. —

Am hintern Ende der Muschel ragt der Mantelsaum ein wenig zwischen den Schalen hervor und bildet hier die längst bekannten schlitzförmigen Öffnungen, welche in der Systematik als Eintheilungsgrund in Siphoniatae und Asiphoniatae Verwendung finden. Die beiden schlitzförmigen Abschnitte der hinteren Mantelgegend sind unter dem Namen Athem- und Kloakenöffnung bekannt.

Bei Mytiliden (Dreyssena) ragen dieselben mehr röhrenartig, verhältnismäßig weiter zwischen den Schalen hervor als bei Najaden. Der obere, mehr dorsale, dem Schlosse zunächst liegende Schlitz ist die Kloakenöffnung, der unter ihr mehr ventral gelegene, ist die Athemöffnung. An dieser, der größeren von beiden, ist der Mantelrand mit kegelförmigen Papillen, den sogenannten Manteltentakeln besetzt, während am Rande der Kloakenöffnung sich meist nur schwache Runzeln befinden.

Streut man in die Nähe einer, mit ihrem hinteren Ende der Oberfläche zugekehrten Anodonta feine Karminkörnchen, und dirigirt dieselben beim Untersinken ein wenig mit der Nadel, so sieht man, dass an der Athemöffnung ein fortwährendes Einströmen, an der Kloakenöffnung ein Ausströmen stattfindet.

Unter dem Mikroskope kann man mit schwachen Linsen diese Erscheinungen wunderschön bei Cyclas cornea beobachten, welche im Uhrschälchen mit Wasser weit ihre Siphonen ausstreckt.

Die Flimmercilien sind bei diesen Strömungen lebhaft betheiligt; ihre Schwingungen gehen an der Athemöffnung von außen nach innen, an der Kloakenöffnung umgekehrt vor sich. Operirt man geschickt, so gelingt es sowohl im einen als auch im anderen Falle die Karminkörnchen in die Nähe dieser Mantelöffnungen zu bringen, rapide schlüpfen sie in die Athemöffnung hinein, in die Nähe der Kloakenöffnung gelangt, werden sie heftig fortgeschnellt, auch sieht man aus derselben dann und wann die durch die erstere aufgenommenen Körnchen herausfliegen. Plötzlich scheinen die aufgenommenen Fremdkörper dem Thiere Unbehagen zu verursachen, und aus dem Athemschlitz erfolgt unter Kontraktion der Ränder und Schließbewegung der Schalen ein heftiger Wasserauswurf, der, alles Aufgenommene mit sich reißend, strahlartig gegen die Oberfläche stößt und diese emporwallen lässt. Nach einiger Zeit beginnt das Spiel von Neuem (vgl. Fig. 1). —

Dass durch diese Öffnungen Athemwasser, welches die Kiemen umspülen soll, zwischen die Schalen eingesogen und aus denselben ausgeschieden wird, dass zugleich Nahrungsstoffe auf diesem Wege dem Munde zugeführt werden, ist Jedem bekannt. Indess da meine sämmtlichen Beobachtungen desswegen angestellt wurden, die Frage nach der Wasseraufnahme in das Innere des Organismus zu entscheiden, so machte ich allerhand weitere physiologische Experimente. Zunächst führte ich stumpfe Kautschuksonden in die genannten Öffnungen. Eine Trennung der Schalen zeigte stets ihre Lage im Kiemengange; nur einige Male gelangte die, durch die Kloakenöffnung eingeführte, Sonde per anum in den Darm. Da fiel mir die von Hessling'sche Hypothese von dem Offenstehen der Kiemenvene ein, und ich kam auf den abenteuerlichen Gedanken, dass vielleicht ein Gefäßzweig der Darmleiste im After oder dicht vor demselben offen in das umgebende Medium ausmünden möchte. Wiederholte Untersuchungen mit Sonde und Lupe ließen eine Öffnung nicht auffinden. Ich blies Luft auf den After und dessen Umgebung, ich spritzte gefärbte Flüssigkeit aus einem, an der ausgezogenen Spitze knopfartig abgeglühten, am anderen Ende mit einer ballonartigen Gummipression versehenen Glastubus, weder Luft noch Färbemittel drangen durch irgend eine Öffnung in das Innere der Gewebe. Gleichzeitig habe ich mich derselben Methoden bedient um etwa vorhandene Spalten an den Kiemenvenen oder Mantelrändern zu ermitteln, — stets vergebens; derartige Öffnungen existiren nach meinen, mit Genauigkeit angestellten, Untersuchungen nicht. Dieselben Versuche wurden an der Athemöffnung wiederholt, stets mit dem Erfolge eine Öffnung für Wasseraufnahme oder -abgabe nicht gefunden zu haben.

Überlegend, dass, wenn wirklich in diesen Gegenden Ein- oder Ausfuhröffnungen existirten, diese immerhin groben Methoden an der Feinheit und dem schnellen Schließen derselben scheitern möchten, sann ich auf andere Mittel.

Bringt man ein großes Thier in die denkbar bequemste Lage zum Lichte und zum Auge des Beschauers, so kann man nur im vordersten Theile der Öffnungen, weil es im Innern zu dunkel ist, die nächste Umgebung erkennen. Desswegen versuchte ich künstliche Erhellung. Im dunklen Zimmer, welches nur während der nöthigen Operation durch eine Kerzenflamme erhellt wurde, ließ ich durch eine schlitzförmige Spalte am Fensterladen mit Hilfe von allerhand Spiegelvorrichtungen Sonnenstrahlen einfallen; dann brachte ich das Wassergefäß mit einer, ihr hinteres Ende der Oberfläche zukehrenden mächtigen Anodonta[1] in solche Stellung, dass die Lichtstrahlen das Thier unter Erhellung der betreffenden Öffnungen streiften. Der Lichtreiz bewirkte ein augenblickliches Zusammenziehen der Schalen, ein hochinteressanter Punkt, der zu weiteren Untersuchungen Veranlassung geben mag. Indessen gelang es mir durch allmähliche Koncentration der Lichtstrahlen einige Male mit schöner Beleuchtung direkt und, da ich ohne den Lichtstrahl abzuschneiden das Auge nicht nahe genug vor die Öffnungen bringen konnte, an Spiegelbildern in die geheimnisvollen Höhlen hineinzuschauen. Auch jetzt konnte ich nichts von Öffnungen, von Ein- und Ausströmen des mit Karmin- oder Kohlenpulver vermischten Wassers wahrnehmen. Es schien mir jetzt nöthig, die in die Athemhöhle eindringenden Farbepartikelchen weiter zu verfolgen. Wiederum wurden große Anodonten als Versuchsobjekte vorgenommen. Nachdem eine ziemlich große Anzahl von Farbstoffkörnchen, ohne dass ein Wasserauswurf erfolgte, auf dem beschriebenen Wege eingeschlüpft waren, wurden die Thiere geöffnet und der Farbstoff, wenn nöthig mit der Lupe, aufgesucht. Die Körnchen lagen, von Körperschleim festgehalten, längs der Kiemengänge, nach vorn zu an den Mundtentakeln und in der Umgebung des Mundes und endlich in der Nachbarschaft der Ausmündungsöffnung des Bojanus'schen Organes. Obgleich ich mich schon früher gegen eine Wasseraufnahme durch das Bojanussche Organ ausgesprochen hatte[2], so nahm ich doch Veranlassung aufs

---

[1] Es sei mir zu bemerken hier gestattet, dass alle Versuche, welche auf die Wasseraufnahme Bezug haben, durch die Auswahl möglichst großer Thiere etwas erleichtert werden. Ich habe Exemplare benutzt, deren gewöhnliches Maß 12 bis 15 cm betrug, doch auch 20 und 22 cm lange Thiere standen mir einige Male zu Gebote. Diese Riesen-Anodonten bezog ich aus einem Flüsschen: Schwarzau, welches sich unterhalb Lübeck in die Trave ergießt. Auf Wunsch werden solche Exemplare von der Apotheke in Schwartau besorgt.

[2] Griesbach, l. c.

Neue diesen Punkt zur Untersuchung heranzuziehen. Ich öffnete vom angegebenen Punkte aus das Organ und suchte mit der Lupe zwischen den Falten desselben, ferner in der Vorhöhle und im Pericardium nach Karminkörnchen. Unter 20 Versuchen habe ich nur ein einziges Mal ein einzelnes Korn dicht hinter der Ausfuhröffnung in einer Falte eingeklemmt gefunden. Ich erkläre mich nach wie vor gegen eine Wasseraufnahme an diesem Orte.

Doch außer der beschriebenen Stromrichtung der Farbstoffpartikelchen ist noch eine andere vorhanden. An der Stelle, wo die Kiemenlamellen paarweise aus einander weichen, um den Fuß zwischen sich zu nehmen, zweigt sich eine Stromlinie ab, auf welcher der Farbstoff schräg über die Seitenflächen des Fußes zu dessen Kante geführt wird. Von jetzt ab koncentrirten sich meine Beobachtungen auf die Fußschneide, auf welcher ja, nach so vielen scharfen Beobachtern, die betreffenden Öffnungen für eine Wasseraufnahme in das Innere des Organismus sich finden sollten.

Nach mühevollen Untersuchungen — Jeder der selbst Hand anlegt, wird das Mühevolle derselben kennen lernen — ist es mir gelungen positive Resultate über die Wasseraufnahme mittheilen zu können: Es befinden sich auf der Fußkante von Anodonta und Unio (Fig. 2 und 3) 3 schlitzförmige Spalten. Die erste, kaum 1 mm lang, liegt ganz vorn auf der Spitze des Fußes (vgl. den Querschnitt Fig. 4). Bei einer 13 cm langen Anodonta befindet sich an dem, erschlafft 7 cm in die Länge und 4 cm in die Breite messenden, Fuße, von der vorderen Öffnung um 4,5 cm entfernt ein zweiter Schlitz, der etwas über 3 mm (3,1) lang ist, und nach hinten zu, von diesem um 0,9 cm entfernt die dritte, etwas über 2 mm (2,2) messende Öffnung (vgl. Fig. 2 und 3). Von einer Breitenmessung dieser Öffnungen im normalen Zustande kann nicht die Rede sein, ich habe keine derselben je klaffen sehen, sondern ihre Ränder liegen fest an einander, und nicht ein Haar könnte eindringen, ohne die Wände zu berühren. Nur bei Unio klafft, wenn das Thier fast abgestorben ist, die mittlere Öffnung bisweilen und dann beträgt ihre Weite ungefähr 0,5 mm. von Hessling[1] hat bei Unio nur die mittlere Öffnung gekannt, die er nach Lage und Maß richtig beschreibt. Bekanntlich hat von Baer[2] die schlitzförmigen Öffnungen, und zwar als der Erste, gesehen, er nahm Anfangs auch drei Öffnungen an; hernach spricht er von neun bis zehn derselben, die meiner Ansicht nach aber Zerreißungen sind. Es erscheint überflüssig die Namen sämmtlicher Autoren, von denen wir über solche Öffnungen vernehmen, hier nochmals zu repetiren. Zuletzt hat eingehender Kollmann[1] über dieselben berichtet.

---

[1] von Hessling, l. c. p. 238. Taf. II. Fig. 1 u. 2.

[2] von Baer, l. l. c. c.

Was Zerreißung und was normale Spalte ist, fällt auf den ersten Blick dem Eingeweihten zu unterscheiden nicht schwer. Durch Berstungen entstandene Risse zeigen dem unbewaffneten Auge, besser unter der Lupe und auf Querschnitten unter dem Mikroskope gezackte Ränder mit in einzelnen Fetzen abgestreiftem Epithel. Die wahren Öffnungen haben glatte, lippenartig gewulstete Ränder, und das Epithel zeigt sich unter dem Mikroskope, wenn man vorsichtig gearbeitet hat, unlädirt (Fig. 5). —

Um die Pori aquiferi[2], wie ich sie zur Erinnerung an delle Chiaje mit anderen Forschern nenne, bei den Najaden aufzufinden und ihren Zusammenhang mit dem Gefäßsysteme zu konstatiren, habe ich folgende Methoden eingeschlagen. Frisch gefangene Thiere, welche den Fuß weit aus der Schale streckten, nahm ich schnell aus dem Wasser und presste gelinde die Schalen zusammen, um das Zurückziehen des Fußes zu verhindern. Es traten an den verschiedensten Stellen die bekannten Wasserstrahlen auf. Drei Strahlen zeichnen sich durch ihre größere Dicke und ihre geringere Kraft, und in Folge dessen durch ihre Kürze von den anderen aus. Sie treten, wenn überhaupt, unveränderlich, einer auf der Spitze des Fußes und zwei dicht neben einander ungefähr auf der Mitte der Fußschneide auf. Selten sieht man alle drei Strahlen zugleich, meistens erscheint nur einer und zwar der, welcher aus der dritten Öffnung, von vorn aus gerechnet, hervortritt, oder diese und die erste der drei Öffnungen werfen zugleich Wasser aus. Manchmal sieht man aus der Fußschneide gar keinen Wasserstrahl austreten, wenn man dann den Fuß sanft an der Stelle, wo die mittleren Öffnungen liegen, zwischen zwei Finger drückt, so sieht man oft, wie Wasser aus der mittleren größten Öffnung, nicht etwa strahlartig, entleert wird, sondern, kaum sich über die Ränder erhebend, nur überfluthet. Nachdem ich mich durch viele derartige Versuche über die Lage der Öffnungen ungefähr orientirt hatte, ging ich daran, sie am abgestorbenen Thiere aufzusuchen. Zu diesem Zwecke ließ ich frisch gefangene Anodonten und Unionen, ohne sie in der Gefangenschaft mehr anzurühren, indem ich allmählich mit dem Erneuern des Wassers aufhörte und nach fünf Tagen etwas Essig zusetzte, langsam absterben. Der vorgestreckte Fuß war schließlich erschlafft und Kontraktionserscheinungen traten nicht mehr ein. Mit einem weichen Pinsel wurde der an der Fußkante haftende Schleim vorsichtig entfernt und dann mit der Lupe die ganze Schneide abgesucht. Ich fand so die drei Öffnungen, wie ich sie beschrieben und abgebildet, keine weniger und keine mehr[1]. —

---

[1] Kollmann, in: diese Zeitschr. Bd. XXVI. p. 96—99.

[2] Bei delle Chiaje: Fori aquiferi.

Es leuchtete mir ein, indem ich zugleich an die Aussprüche verschiedener Autoren dachte, dass, wenn ich den Versuch machen würde in diesem schlaffen Zustande durch eine der Öffnungen zu injiciren und dann die Masse sich hernach in der Blutbahn fände, damit absolut kein Beweis für den Zusammenhang der betreffenden Öffnungen mit dem Gefäßsystem geliefert sei. Selbst dem geschicktesten Injektionstechniker würde, ohne Zerreißungen beim Einführen des Instrumentes zu bewirken, eine Füllung nicht gelingen. Aus diesem Grunde habe ich von einer derartigen Injektion stets Abstand genommen.

Aber wie denn den Nachweis liefern, dass das Gefäßsystem durch diese Öffnungen nach außen mündet? Schon oftmals hatte ich, ohne besonders darauf zu achten, gesehen, dass, wenn die Muscheln mit leicht geöffneten Schalen ruhig im Wasser verharren, die an einander liegenden Mantelränder, welche wulstartig am Schalenrande hervorquellen, an ein oder zwei Stellen, meist in der Mitte und vorn am Maule, einen ähnlichen Schlitz offen lassen, wie Athem- und Kloakenöffnung ihn vorstellen (Fig. 6).

Ich nahm jetzt mehrere Thiere, legte jedes in eine besondere Schale, etwas schräg mit der ventralen Seite der Wasseroberfläche zugekehrt und wartete bis solche Schlitze sich zeigten. Dann griff ich zum Karmin und dirigirte die Körnchen in die Nähe der Öffnungen. In der Mundgegend schlüpften die Körnchen langsam, manchmal unter strudelartiger Bewegung in die Mantelspalte hinein, das Auffinden der Körnchen in der Mund- und Magenhöhle zeigt, dass auf diesem Wege, wenn die Schalen ein wenig geöffnet sind, Nahrungssubstanzen eindringen. Ich gab dem Thiere absichtlich keine ganz dorsale, sondern etwas schräge Lage, damit nicht die Karminkörnchen, die ich ferner in die Nähe des mittleren Mantelschlitzes brachte, durch ihre eigene Schwere hineinsinken möchten. Ich fand, dass hier in derselben Weise wie an dem Athemschlitze die Körnchen, nur weniger geschwind, in der Öffnung verschwanden. Ungefähr an dieser Stelle aber liegen die zwei mittleren Pori aquiferi. Meine Untersuchungen, ob unter den beschriebenen Verhältnissen fein verriebenes Karminpulver durch sie in den Fuß eindringen möchte, blieben ohne den gewünschten Erfolg. Nimmt man aber den Glastubus mit Gummipression, schiebt ihn vorsichtig in diesen Mantelschlitz, oder wenn derselbe nicht vorhanden ist einfach an dieser Stelle zwischen die Schalen und komprimirt rasch den Ballon, so dringt ein Theil gefärbter Flüssigkeit, ohne dass Zerreißungen eintreten, da der Tubus gar nicht die Fußschneide zu berühren braucht, durch die hier befindlichen zwei Pori aquiferi in das Innere des Fußes und man sieht nach dem Öffnen und nach sorgfältigem Abwaschen denselben deutlich innerlich gefärbt.

---

[1] Auch die von Flemming (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XV p. 253, 254) angegebene Gefrierungsmethode ist für das Aufsuchen zweckmäßig.

Eine Injektion an dieser Stelle gelingt auch mit etwas dickflüssigeren Substanzen, wenn man das den Fuß ausstreckende Thier aus dem Wasser hebt und den Glastubus vorsichtig aber schnell in den mittleren Wasser entleerenden Porus schiebt. Zerreißungen können vorkommen in Folge des Umstandes, dass sofort eine heftige Kontraktion eintritt, und überdies durch dieselbe das Gefäßsystem an dieser Stelle förmlich abgeschnürt wird, so dass die Masse am weiteren Vordringen verhindert ist.

Wenn nun diese beiden Versuche, und namentlich der erstere, die Annahme eines Wassereintrittes durch die Pori aquiferi, wenn auch nicht beweisen, so doch bestärken, so ist dadurch doch keineswegs ausgeschlossen, dass im normalen Zustande die betreffenden Öffnungen nicht als Ausfuhrstellen fungiren möchten.

Doch hierüber giebt vielleicht die Methode der Selbstinjektion (sit venia verbo) Aufschluss. Die nachstehend mitgetheilten direkten Ergebnisse der Beobachtung betreffen nur Anodonta und Dreyssena.

27. Mai 1882. Nachm. 3 Uhr. Von sechs Anodonten (meist A. cellensis) aus dem Rhein-Rhône-Kanal, fast auf jeder derselben haben sich einige Dreyssenen angesponnen, haben vier Thiere 48 Stunden ohne Erneuerung des Wassers verbracht, zwei sind 48 Stunden lang stark fließendem Wasser ausgesetzt gewesen. Alle sechs haben die Schalen überall fest geschlossen, auch die Dreyssenen haben die siphonenartigen Mantelschlitze eingezogen.

3 Uhr 10 Min. Von den genannten vier Anodonten wird jede in eine mit frischem Wasser, welches durch Jodgrün gefärbt ist, gefüllte Schale gelegt, die zwei letzteren Thiere werden in eine frisch bereitete Silberlösung (1 : 5) gethan.

I. Anodonta 1 in Jodgrün. 4 Uhr 21 Min. Die Schalen sind leicht geöffnet, die Wasserströmungen an den hinteren Mantelschlitzen sind sichtbar. — 7 Uhr 30 Min. wird das Thier aus dem Wasser genommen und geöffnet. Herzthätigkeit annähernd normal, — Fuß an der Kante und innerlich grün gefärbt. — Die angesponnenen Dreyssenen zeigen nach dem Öffnen schwache grüne Färbung des Spinnfingers und des übrigen Fußtheiles.

Anodonta 2 in Jodgrün. Am 28. Mai Mittags 12 Uhr geöffnet. Schalen waren geschlossen. Herz pulsirt schwach. Fuß ist in seiner ganzen Ausbreitung innerlich violett[1] gefärbt. Dieselbe Färbung findet sich in Mantel und Kiemen, das Bojanus'sche Organ erscheint schwach grün.

2 Dreyssenen erscheinen nach dem Eröffnen schwach grün im Fuße.

Anodonta 3 in Jodgrün, zur selben Zeit geöffnet. Die Schalen waren geschlossen. Herz pulsirt nur noch bei Reizung und ist mit violetter Flüssigkeit gefärbt, eben so Kiemen und Mantel, schwach und nur stellenweise violett sind Fuß und Boj. Organ. In drei Dreyssenen ist ein Farbstoff deutlich nicht nachweisbar.

Anodonta 4 in Jodgrün. Schalen ein wenig geöffnet, wird Nachm. 3 Uhr geöffnet. Das umgebende Wasser ist heller geworden und violett schillernd. Herz pulsirt ziemlich normal. Alle Organe, auch das Boj. Organ, sind fast gleichmäßig violett gefärbt, doch das Boj. Organ am schwächsten. Dreyssenen nicht vorhanden.

II. Anodonta 1 (5) in Silberlösung[2] Nachm. 4 Uhr geöffnet. Herzstillstand, schmutzig weiß gefärbte schleimartige Massen bedecken die Kloaken- und Athemöffnung und zeigen unter dem Mikroskop Blutkörperchen. Thier wird sofort in destillirtem Wasser sorgfältig abgewaschen, Kontraktionserscheinungen noch schwach vorhanden. Das ganze Thier wird der Länge nach durchgeschnitten, überall innerlich ist Silber reducirt, nach einiger Zeit tritt Nachdunkelung ein. Zwei Dreyssenen innerlich überall braun gefärbt.

Anodonta 2 (6) in Silberlösung zeigt 5 Uhr 21 Min. klaffende Schalen, wird geöffnet und ist völlig abgestorben. Die Untersuchung ergiebt dasselbe Resultat wie No. (5) II. — Dreyssenen nicht vorhanden.

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, dass Wasser in den Organismus aufgenommen wird und zwar allem Anscheine nach durch den Fuß; dennoch ist immer noch nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob dieser nur dem Eintritte oder auch dem Austritte von Wasser diene, oder wo letzterer sonst zu suchen sei. — Interessant ist die Beobachtung, dass das Jodgrün durch den starken Kalkgehalt namentlich im Mantel und in den Kiemen, am wenigsten, oft gar nicht im Bojanusschen Organe, in einen violetten Stoff umgewandelt wird, derselbe entsteht so, dass die Basis des Salzes abgeschieden wird. Man kann diesen Process im Laboratorio ad oculos demonstriren durch einfachen Zusatz von Kalkwasser. Doch es kam mir darauf an, wenn möglich die Thiere während der Wasseraufnahme zu beobachten, und es fielen mir die Versuche LEYDIG's an Cyclas cornea ein, bei welchem Thiere nach genanntem Forscher feine Porenkanäle direkt »in das Lakunennetz, mit anderen Worten in das Blutgefäßsystem, einmünden«[1]. Sofort verschaffte ich mir Cyclas cornea aus dem Rhein-Rhône-Kanal und legte das Thier, in einem Uhrschälchen mit frischem Wasser befindlich, unter das Mikroskop. Das Thier reckte seinen zungenförmigen Fuß und seine Siphonen weit heraus. Eine Beobachtung ist nicht schwierig, da sich die Thiere meist durch eine Bewegung des Uhrglases nicht beunruhigt fühlen und den Fuß in der ausgestreckten Lage lassen.

---

[1] Vgl. den Text gleich nach der Beobachtungstabelle.

[2] Die Selbstinjektion mit Silberlösung wurde namentlich angestellt, um in den verschiedenen Gefäßpartien eine Endothelauskleidung, wo solche vorhanden, nachzuweisen.

Ich hatte bei meinen Beobachtungen es nur mit alten Thieren zu thun, doch kann ich die LEYDIG'schen Angaben hinsichtlich der Flimmerbewegungen bestätigen. Einige Male glaubte ich, wie ich in meiner vorläufigen Mittheilung[2] berichtet, den Eintritt pulverförmiger Substanz mit dem Eintritt des Wassers durch den Fuß konstatirt zu haben, doch ist mir dies jetzt wieder zweifelhaft, da mehrere spätere Versuche ein negatives Resultat ergaben; mit Jodgrün gefärbtes Wasser aber habe ich deutlich aufnehmen sehen[3]. Aber ich war so glücklich, auch junge Anodonten mit ausgestrecktem Fuße im Uhrglase unter dem Mikroskope mit schwachen Linsen bei auffallendem Lichte zu beobachten.

Ich verwendete hierzu 2,3 bis 3,5 cm große frisch gefangene Thiere (Anod. cellensis aus dem Rhein-Rhône-Kanal). Wer täglich mit unseren Najaden herumoperirt, dem werden auch die jetzt zu beschreibenden Beobachtungen, durch welche die Frage nach der Wasseraufnahme positiv beantwortet wird, bei einiger Geduld gelingen.

Auf der ganzen Fußschneide, überhaupt überall auf dem Fuße herrscht ein lebhaftes Wimperspiel. An den Stellen, wo die Pori aquiferi liegen, schlagen längere Wimpercilien als an anderen Fußabschnitten. Den ersten der Pori aquiferi sieht man wegen seiner außerordentlichen Kleinheit nicht deutlich, die beiden mittleren sind, namentlich wenn der Fußrand ein wenig umgeschlagen wird, schön wahrzunehmen.

---

[1] LEYDIG, l. c., Über Cyclas cornea. p. 47.

[2] Biolog. Centralblatt. Bd. II. No. 10.

[3] VON IHERING berührt in seiner Ontogenie von Cyclas etc. in: diese Zeitschr., Bd. XXVI, p. 419 auch diesen Punkt. v. IHERING wirft LEYDIG vor, er habe die sogenannten Epithelrinnen des Fußes für in das Innere derselben führende Kanäle gehalten. Ich betone, dass von besonderen Kanälen nicht die Rede sein kann; dass aber gefärbte Flüssigkeiten wirklich von der Fußkante aus in das Innere eindringen, und nicht etwa nur durch die Flimmerbewegung in den Epithelrinnen des Fußes äußerlich vertheilt werden, muss ich nach meinen Beobachtungen bei Cyclas als auch bei Anodonta positiv festhalten.

Ein geübter mit dem Gegenstand vertrauter Beobachter hält beide Erscheinungen leicht aus einander.

v. IHERING hat auf Querschnitten nur die Rinnen gesehen; er wird wohl keine Serienschnitte angefertigt, und nicht nach vorherigem Aufsuchen der Pori aquiferi in den betreffenden Fußabschnitten direkt durch diese Schnitte gelegt haben.

Ich streute Magnesia usta, welche ich wegen ihrer Feinheit und ihres Ausbreitens beim Untersinken für derartige Versuche sehr empfehlen kann, in die Nähe der Fußkante. Die Bewegung der Cilien ergriff auch das Pulver und Spuren desselben drangen mit dem Wasser in das Innere ein, eben so bei anderen Versuchen Jodgrün und Karminpulver. Da das Thier den ausgestreckten Fuß nicht ganz ruhig hält, sondern stets leichte Kontraktionswellen darüber hinweglaufen, so kann man streckenweise unter dem Mikroskop deutlich den Blutstrom verfolgen, der im Verein mit der äußeren Flimmerbewegung einen seltsamen und schönen Anblick gewährt. Ein Herausschnellen der Farbstoffpartikelchen oder einen Wasserauswurf aus den Pori aquiferi in diesem Zustande habe ich nie wahrgenommen.

Somit muss ich denn nach allen diesen eingehenden und lange Zeit fortgesetzten Untersuchungen das Resultat so formuliren:

Die Najaden besitzen auf der Schneide des Fußes 3 Pori aquiferi, welche im normalen Zustande die direkte Wasseraufnahme in das Blut vermitteln.

Ehe ich weiter gehe, möchte ich eine Rechtfertigung dieser etwas in die Länge gezogenen Mittheilungen über die angestellten Beobachtungen versuchen. Es handelte sich darum, eine wichtige Frage, welche von den meisten Forschern allerdings als bejaht angenommen wurde, welche thatsächlich aber seit 1826 unerledigt schwebt, und welche in neuester Zeit noch obendrein eine Anfechtung durch CARRIÈRE erlitten hat, endlich einmal mit untrüglichen Beweisen zu verneinen oder zu bejahen, und da kann man nicht genügend Beobachtungsresultate als Beweismittel beibringen. —

Ich komme jetzt zu der Wasseraufnahme bei den Mytiliden. Aus dem historischen Überblicke ist ersichtlich, dass man schon lange geglaubt hat, die Querspalte vorn auf der unteren Fläche des Spinnfingers von Mytilus und anderen Mytiliden diene der Wasseraufnahme. In neuerer Zeit hat KOLLMANN[1] die Füße von Pecten, Spondylus und Mytilus geradezu als »Wasserröhren« bezeichnet, und SABATIER's[2] schöne Untersuchungen sprechen sich ebenfalls für die Wasseraufnahme an diesem Orte aus.

Hinsichtlich der Spalte verweise ich auf die Abbildung, welche SABATIER davon giebt (Fig. 14 auf Taf. 27). Er nennt sie: Orifice,

[1] KOLLMANN, in: diese Zeitschr. Bd. XXVI. p. 97.

[2] SABATIER, l. c. p. 458—463.

qui fait communiquer la cavité du système sanguin avec l'eau au milieu de laquelle l'animal est plongé. **Sabatier** nennt sie orifice du système aquifère, doch wäre es sicher besser, in Anbetracht dessen, dass ein Wassergefäßsystem, auch seiner eigenen Annahme nach, nicht existirt, derartige Namen, welche so entschieden daran erinnern, ganz zu vermeiden. Dass die Öffnung am lebenden Thiere schwer zu finden sei, kann ich nicht behaupten, wenigstens findet man sie leichter, als die Pori aquiferi der Najaden. Um die Öffnung für eine Kanüle zugängig zu machen, ließ ich die Thiere in mit Essig vermischtem Flusswasser absterben. Physiologische Experimente habe ich nicht anstellen können, da es mir nicht möglich war, die Thiere in der Gefangenschaft im normalen Gesundheitszustande zu halten. Doch hoffe ich auch durch meine Injektionen und mikroskopischen Analysen zum Ziele gelangt zu sein. Eine ähnliche Öffnung findet sich an derselben Stelle bei Dreyssena (Fig. 7); nur sind alle Untersuchungen an diesem Thiere wegen der Kleinheit des Spinnfingers weit schwieriger und brauchbare Injektionen gelingen selten und nur bei vieler Übung.

Diese Pori aquiferi führen nun bei Mytilus und Dreyssena in einen kanalartigen Gang, in welchen man bei Mytilus eine stricknadelstarke Kautschuksonde, ohne ihn erheblich auszudehnen, einführen kann. Bei Dreyssena ist der Gang, der Kürze und Kleinheit des Spinnfingers entsprechend, enger. Der Porus aquiferus ist bei beiden Thieren (vgl. **Sabatier**, l. c. T. 27, Fig. 14) von einer kleinen, mehr oder weniger kreisförmigen Vertiefung umgeben (Dreyssena Fig. 7 *1*). Das Pigment in den Epithelzellen von Mytilus fehlt an dieser Stelle, und diese erscheint hell. Das Epithel ist cylinderförmig und trägt Wimperbesatz. Die Zellen (Fig. 10, **Eng.** u. **Hens.** Syst. 4. Oc. I) sind 0,045 mm lang und 0,009 mm breit, ihr Kern mist 0,0075 mm in der Länge und seine größte Breite beträgt 0,004 mm; die Cilien haben eine Länge von 0,025 mm.

Auch Dreyssena führt Cylinderepithel mit Wimpern. Die Zellen (Fig. 11, **Eng.** u. **Hens.** Syst. 4. Oc. I) sind 0,0175 mm lang u. 0,00375 mm breit, des Nucleus Breite beträgt 0,00275 mm und seine Länge 0,005mm, die der Cilien ist 0,0075 mm. Der kanalartige Gang ist schon von **Tullberg**[1] gesehen und sowohl auf Längs- als auch auf Querschnitten (vgl. seine Fig. 1 *fn*, 2 *c*) richtig abgebildet worden. **Tullberg** aber hielt denselben einfach für ein starkes Gefäß und lässt ihn auch nicht mit der Querspalte ausmünden (vgl. seine Fig. 1 *fc*). **Carrière** hat diesen Gang überhaupt nicht gesehen, obgleich er doch nach der Tull-

---

[1] Tycho Tullberg, Über die Byssus des Mytilus edulis. In: Nov. Act. Reg. Soc. Scient. Upsaliensis 1877.

BERG'schen Arbeit hätte darauf kommen müssen, oder keine Notiz von ihm genommen, wenigstens bildet er ihn nirgends ab. —

Die Beschreibung, welche SABATIER von seinem sinus pédieux, dont la coupe est a peu près triangulaire, giebt, passt in so fern nicht zu der meinigen (vgl. Fig. 8), als er meiner Ansicht nach erstens kein Sinus ist, denn er führt kein Endothel und zweitens auf meinen Präparaten niemals »triangulaire«, sondern oval erscheint, wie auch TULLBERG ihn abbildet. Einen ganzen Querschnitt hat SABATIER nicht gegeben, ich vermuthe aber aus anderen Figuren und seiner Beschreibung, dass er den Spinnfinger in sehr kontrahirtem Zustande bearbeitet hat und ihm daher der kanalartige Gang dreieckig erschienen ist.

Nach meinen Untersuchungen besitzt der Gang keine eigene Wandung und ist weiter nichts als eine echte, massenhaft Blutkörperchen führende, durch den Muskeldruck, wie schon im vorhergehenden Abschnitte erwähnt wurde, gefäßartig in die Länge gezogene Lakune. Seine Wandungen bilden das Gallertgewebe, gerade wie bei den Lakunen im Fuße der Najaden und außerdem, und darin stimme ich mit SABATIER überein, »faisceaux musculaires dependant des muscles rétracteurs postérieurs du pied. Eben so liegen die Verhältnisse bei Dreyssena (Fig. 9), nur scheint der Gang da auch mir »un peu près triangulaire«. —

Serienquerschnitte durch die »Wasserröhre« von Mytilus und Dreyssena zeigen mir ferner, dass von allen Seiten in diese median verlaufende Lakune vielfach anastomosirende, ebenfalls gefäßartig gestaltete Lakunen einmünden, um mit ihr gemeinschaftlich die Kommunikation zwischen Seewasser und dem verhältnismäßig kleinmaschigen Lakunennetze des eigentlichen Fußtheiles (vgl. Fig. 13) zu vermitteln.

Darin stimmen SABATIER und ich überein, dass wir beide die seitlichen Anastomosen als Lakunen betrachten.

Rechts und links von der medianen Lakune, nahe dem Rande, verläuft jederseits ein schon von TULLBERG richtig gezeichnetes Gefäß (Fig. 8, 9, 13 *l*).

Die ganze »Wasserröhre« ist, sowohl parallel der Längsachse, als auch unter Winkeln zu ihr, von zahlreichen Muskelfibrillen durchzogen, ihren Wirkungen ist die eigenthümliche gefäßartige Form der Lakunen zuzuschreiben.

Das Wasser, welches in die Lakunen gelangt ist, mischt sich in ihnen und den venösen Bahnen mit dem, aus den Arterien zufließenden Blute, passirt mit diesem die Falten des BOJANUS'schen Organes, wo es von etwaigen stickstoffhaltigen Substanzen befreit wird, tritt in die Kiemen oder umgeht sie, und gelangt dann ins Herz; es ist also Wasserblut, welches vom Herzen aus durch die Aorta und die übrigen Arterien gepresst wird. Dieses erfrischt sich stets wieder in den Lakunen, da die Kiemenathmung nicht ausreicht, um so mehr nicht, als ein Theil des Blutes dieselben umgeht und direkt ins Herz zurückfließt[1]. —

Fragen wir uns nun: wohin führen die drei Pori aquiferi auf der Fußkante der Najaden? Sie münden ebenfalls direkt in das Lakunensystem ein, im Detail weichen aber die Verhältnisse von denen der Mytiliden ab.

Die Pori aquiferi selbst sind nicht Quer-, sondern Längsspalten, welche parallel der Längsachse des Fußes gerichtet sind.

Wenn Sabatier schon von Mytilus behauptet, dass der Porus schwer aufzufinden sei, so behaupte ich dies für die Najaden erst recht.

Ich weiß nicht ob Carrière hinsichtlich der Wasseraufnahme solche Versuche, wie ich sie eingehend beschrieben habe, auch angestellt hat, da er so schroff behauptet, eine Wasseraufnahme finde überhaupt nicht statt. —

Wenn schon Leydig[2] am Embryo von Cyclas cornea, an denjenigen Stellen, wo Wasser in die Fußkante eintritt, längere Wimperhaare abbildet, so finde ich dasselbe Verhalten am Fuße von Anodonta und Unio (Fig. 5). Mit von Hessling[3] finde ich den ganzen Fuß von Anodonta und Unio (Fig. 5) mit einem lebhaft flimmernden einfachen Epithel überzogen, dessen Zellen palissadenförmig eng an einander gedrängt auf einer strukturlosen Membran stehen und wegen der Kontraktilitätsverhältnisse verschieden große, oft dichotomisch sich theilende, weite Strecken verlaufende Rinnen zwischen sich lassen, welche man bei kontrahirten Thieren auf Querschnitten schön zu Gesichte bekommt.

Die Länge der Zellen bei Anodonta (Fig. 12) beträgt 0,0199 mm, die Breite 0,01 mm; die Größe des Nucleus finde ich variabel, meist 0,005 mm, die Länge der Cilien beträgt am Rande der Pori aquiferi 0,0299 mm. Die Maße einer isolirten Zelle vom Rande des mittleren Porus bei Unio sind folgende (Fig. 14):

Länge 0,0152 mm, Breite 0,01 mm, die Größe des Kernes ist 0,004 mm, die Länge der Cilien 0,0225 mm[4].

---

[1] Über die Stromrichtung des Blutes vgl. auch Sabatier, l. c.

[2] Leydig, l. c. Über Cyclas cornea. Fig. 10. [3] von Hessling, l. c. p. 266.

[4] Schon im Jahre 1866, im II. Bd. des Arch. f. mikr. Anat., giebt Dr. P. Marchi in seinen Beobachtungen über Wimperepithel eine Bemerkung über das Flimmerepithel des Fußes bei Anodonta (p. 468). Seiner Ansicht, dass nur die beilförmige Schneide des Fußes der Najaden Wimperepithel trage, kann ich nicht beipflichten, muss vielmehr mit von Hessling dieses dem ganzen Fuße zuerkennen; die von mir angegebenen Maße von Flimmerzellen stimmen nicht mit denen Marchi's überein, nähern sich bei Unio aber ganz den Angaben von Hessling's. Spätere Mittheilungen Marchi's über diesen Gegenstand habe ich nicht auffinden können.

Auf Querschnitten (vgl. Fig. 4 und 5) sind die Ränder der Pori lippenförmig gewulstet, das Epithel wird nach Innen zu kleiner und hört schließlich auf, so dass die strukturlose Membran frei liegt, auf welcher Lakunen ausmünden. Von einer Verwechselung mit quergeschnittenen Epithelrinnen — ich betone es nochmals — kann hier nicht die Rede sein. Zur Anfertigung solcher Querschnitte lässt man am besten ein Thier in der von Sabatier angegebenen Weise absterben, oder in der von Flemming beschriebenen Methode gefrieren. Man legt nach dem Abspülen mit destillirtem Wasser die Abschnitte des Fußes, an welchen sich die vorher aufzusuchenden Pori aquiferi finden, in starke Osmiumsäure. Man wähle die Stücke nicht zu groß, da die Osmiumsäure nicht sehr tief eindringt. Abgesehen von dem bekannten Nachdunkeln hat diese Methode das Gute an sich, dass keine oder nur geringe Schrumpfung eintritt. Wählt man absoluten Alkohol zum Härten, so tritt oft eine derartige Schrumpfung ein, dass man schon nach wenigen Stunden die vorher schön sichtbaren Pori aquiferi an den Fußabschnitten kaum noch zu erkennen im Stande ist. Mytilus und Dreyssena habe ich allerdings meist in Alkohol gehärtet; mit Vortheil kann man sich auch einer Anfangs schwachen, hernach koncentrirteren Chromsäurelösung bedienen. Wenn das Objekt zum Schneiden hart genug ist, bette man es in Paraffin, welchem etwas Schweinefett zugesetzt wurde, und entnehme, um sich eine rechte Vorstellung von dem Porus zu machen, Serienschnitte im Mikrotom.

Nach solchen Schnitten sind die Fig. 4, 5, 8, 9, 13 gezeichnet, Will man Injektionspräparate schneiden, so führe man die Injektion entweder an gefrornen und hernach aufgethauten Thieren[1] durch vorsichtiges Einführen des Tubus in den mittleren Porus aus, oder man injicire das frische Thier entweder in der Weise, dass man den Tubus durch die leicht geöffneten Schalen einführt und die Masse gegen die Fußschneide treibt, oder durch vorsichtiges Einführen des Tubus in den mittleren Porus, welcher deutlich erscheint, wenn man den ausgestreckten Fuß sanft zwischen Schalen und Finger einklemmt; im letzteren Falle verbreitet sich die Masse nur über ein sehr kleines Gebiet. Als Injektionsflüssigkeit kann man sich vortheilhaft eines mit Pikro-Hämatoxylin gefärbten Glycerins bedienen, welches mit etwas Gummi arabicum versetzt wird. Alsdann öffne man die Schalen, entferne das Herz und lasse das Thier eine Zeit lang liegen, bis die Kontraktionen des Fußes nachgelassen haben, endlich verfahre man, wie oben angegeben.

Mit Vortheil lässt sich auch ein Trocknungsverfahren verwenden.

---

[1] Flemming, Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XV, p. 252—55.

Als Injektionsflüssigkeit wähle man dann in der Kälte flüssigen, gefärbten Leim, die Fußabschnitte lege man in ein Gemisch von Terpentinöl und Kanadabalsam, nachdem sie vorher mit Alkohol und Terpentinöl behandelt wurden, und lasse dieselben, davon halb bedeckt, so lange an der Luft liegen, bis sie völlig eingetrocknet sind, alsdann entnehme man in, für Trockenpräparate, bekannter Weise Querschnitte; dieselben sind in Chloroform auszuziehen und dann entsprechend weiter zu behandeln.

Man sieht auf gelungenen Querschnitten (Fig. 18) die vermeintlichen Flemming'schen Schleimzellen, i. e. die Lakunen des Fußes, umschlossen von dem Balkennetze des Gallertgewebes und von Muskelbündeln vor sich — und jeder Gedanke, dass dies geschlossene blasenartige Hohlräume sein könnten, gleitet ab an dem Umstande, dass dieselben, überall mit einander anastomosirend, durch Injektionsmasse gefüllt sind und gefärbte Blutkörperchen, da wo Injektionsmasse weniger eingedrungen, enthalten[1].

---

[1] Zum Studium der »Schleimzellen« empfiehlt Flemming (vgl. die Habilitationsschrift p. 4, 5) das frische Gewebe im gefrorenen Zustande im Mantel von Anodonta namentlich aber von Mytilus zu untersuchen. Er sagt: »Wenn man das Deckglas anhaltend drückt und beklopft, während man zugleich den Rand des Präparates betrachtet, so sieht man die hier befindlichen Kugeln in einer Weise ihre Form verändern und flottiren, welche über das Flüssigsein ihres Inhaltes keinen Zweifel lässt.«

Ich habe nachträglich diese Untersuchungen nochmals wiederholt und dasselbe gesehen wie Flemming.

Ich ließ dann ferner frische Thiere sich mit Farbstofflösungen durch Selbstinjektion füllen und habe dann dieselben Untersuchungen angestellt. Dies, glaube ich, hat Flemming nicht gethan, denn sonst würde er wie ich den Farbstoff, ja an Partien der Fußschneide oftmals sogar von den in das gefärbte Wasser hineingestreuten Pulvern, etwas im Innern der kugelartigen Gebilde wahrgenommen haben. Wie kommt dies Alles dort hinein, wenn die Kugeln Zellen sind?!

Welche Bewandtnis es nun mit den besprochenen Kernen hat, ist mir einstweilen räthselhaft. Ich habe diese Gebilde in ihrer kaum zu verkennenden Kernnatur, ehe ich die Flemming'schen Präparate kannte, nicht gesehen, dagegen deutlich Blutkörperchen gefunden. — Wenn Blut plus Wasser im Körper der Mollusken, wie in dem vieler anderer Wirbellosen kreist — vgl. darüber auch den herrlichen Abschnitt: »Die Aufnahme des Wassers in das Innere des Körpers« in Bergmann u. Leuckart —, dann kann es uns auch nicht Wunder nehmen, wenn fremdartige Stoffe in die Gefäßbahnen eindringen. Ich habe Diatomaceen selbst im Herzblute von Anodonta gefunden und in einem Flemming'schen Präparate von Mytilus findet sich eine Diatomee — ich halte, so weit meine Diatomaceenkenntnis reicht, das Ding für eine Actinoptychus-Species aus der Kieler Bucht — in einer der »Schleimzellen«. Wenn diese, wie ich nach meinen Untersuchungen absolut nicht umhin kann anzunehmen, Lakunen sind, dann ist das Eindringen derartiger Fremdkörper in sie eben so begreiflich, wie das Vorfinden derselben im Herzen, oder in den Arterien, oder in irgend einem Gefäßzweige. Sind die »Schleimzellen« wirkliche Zellen, dann würde ein solcher Fremdkörper also wohl durch Zufall beim Anschneiden einer derselben dort hinein gelangt sein. — Dass überhaupt Fremdkörper in den Gefäßbahnen der Thiere sich finden, ist zwar bizarr genug, aber bei der Wasseraufnahme unausbleiblich; denn, obgleich das Schlagen der Wimperhaare an den Pori aquiferi sicher auch dazu dient, fremde Substanzen am Eindringen zu verhindern, so ist ein solches dennoch nicht dadurch ganz unmöglich gemacht.

»Es ist das Los des Menschen, dass er irrt« — es ist immerhin ja noch mög-

Was die Form der Lakunen anbelangt, so verweise ich auf den vorigen Abschnitt. Ich finde im Übrigen, dass die Anastomosen in der Richtung zur Fußschneide oft in die Länge gezogen erscheinen, und dass solche verlängerte Lakunenabschnitte wie bei den Mytiliden direkt durch die Pori aquiferi ausmünden; als besondere Kanäle aber können diese in die Länge gezogenen Lakunen nicht aufgefasst werden. Das durch von Hessling abgebildete spongiöse Gewebe im Fuße von Unio, welches mit einem besonderen Kanale ausmünden soll, existirt als solches nicht, sondern ist sammt diesem ein Theil des Lakunennetzes des Fußes.

Das aufgenommene und alsdann mit Blut vermischte Wasser fließt, wie bei den Mytiliden durch das Bojanus'sche Organ, durch die Kiemen, oder mit Umgehung dieser, direkt ins Herz, um von dort aus in den arteriellen Theil des Gefäßapparates getrieben zu werden. In den Hohlraum des als Niere[1] fungirenden Bojanus'schen Organes gelangen durch Dehiscenz von Zellen aus dem Blute abgesonderte, meist feste Produkte, und werden mit dem, das Organ ausfüllenden, aus dem rothbraunen Mantel und dem Pericardium stammenden Wasser, mit Hilfe von rhythmischen Kontraktionen aus dem gewöhnlich geschlossenen Bojanus'schen Athemloch ausgestoßen und jedes Mal, wenn das Thier, wie ich oben genau beschrieben, durch den mit Tentakeln besetzten Mantelschlitz einen Wasserstrahl auswirft, in das umgebende Medium geschafft. — Wenn man das Thier so legt, dass der hintere Theil ein wenig über die Oberfläche emporragt, so gelingt es bei Vorsicht und einiger Geschicklichkeit einen solchen Wasserstrahl ganz oder theilweise aufzufangen.

In diesem Wasserauswurf weist das Mikroskop bei frischen und unversehrten Thieren Blutkörperchen, allerhand fremde Gegenstände, und jene eigenthümlichen, gelbgrünen und bräunlichen Konkremente[2] nach, welche sich in den Zellen der Falten des Bojanus'schen Organes finden.

Was den eigentlichen Vorgang der Wasseraufnahme anbelangt, so finden sich darüber für Mytilus schon bei Sabatier hübsche Bemerkungen, und ich schließe mich, da ich selbst Versuche nicht machen konnte, denselben für die Mytiliden im großen Ganzen an.

Über die Najaden möchte ich Folgendes berichten:

---

lich, dass Kollmann's und meine Annahmen von der Natur der Dinge als Lakunen sich irrig erweisen, einstweilen aber, ehe nicht weitere eingehende Untersuchungen über diesen schwierigen, aber hoch interessanten Gegenstand vorliegen, halte ich an dem fest, was meine Beobachtungen mich lehren.

[1] Ich kann nur von Ihering (diese Zeitschrft. Bd. XXIX, 1877 p. 602) zustimmen, dass die Bedeutung der Niere für die Wasseraufnahme ins Blut bei den Mollusken überhaupt bedeutend überschätzt worden sei. — In der neuesten Kollmann'schen Arbeit wird das Bojanus'sche Organ als Segmentalorgan betrachtet.

[2] Griesbach, l. c. Taf. VII, Fig. 9 und 12.

Nach meinen eingehenden Beobachtungen und Untersuchungen glaube ich annehmen zu müssen, dass nicht nur temporär, sondern permanent Wasser aufgenommen wird.

Dafür sprechen meine Beobachtungen des, unter strudelartiger Bewegung stattfindenden, Einschlüpfens von gefärbten Substanzen durch die leicht geöffneten Schalen oder durch Mantelschlitze in der Nähe der Pori aquiferi, oder, wenn hier die Schalen geschlossen, durch den Athemsipho, wobei alsdann, wie ich nachwies, eine Strömung über die Seitenflächen des Fußes zu den Pori aquiferi verläuft. Es ist also zur Aufnahme von Wasser nicht etwa das Ausstrecken des Fußes unbedingt erforderlich. Ich glaube in dieser Ansicht mit KOLLMANN[1] übereinzustimmen, glaube aber, dass SABATIER[2] den Sinn der KOLLMANN-schen Aussprüche falsch aufgefasst hat, wenn er sagt: Il ressort de là — dass nämlich die Muscheln oft lange Zeit ruhig mit eingezogenem Fuße, die Schalen leicht geöffnet, liegen — que le gonflement du pied serait la condition et l'indice de l'introduction de l'eau, et que cette introduction n'aurait lieu qu'à des intervalles éloignés d'une ou plusieurs semaines.

Diesen Sinn kann ich aus KOLLMANN's Zeilen nicht herauslesen; denn es heißt unter Anderem daselbst: »Wenn ferner der Fuß verhältnismäßig schnell zwischen dem Mantel hervorquillt, so darf man darum noch nicht schließen, dass eben so schnell auch die Wasseraufnahme stattgefunden habe.« —

Eine permanente Wasseraufnahme halte ich aus verschiedenen Gründen für nothwendig. Es dient nämlich bei der Unvollständigkeit eines Respirationsorganes, welches überdies noch getheilte Funktion hat, das aufgenommene Wasser der Athmung; fortwährend wird auf diesem Wege neuer Sauerstoff direkt den Geweben und Organen übermittelt. Ferner trägt das aufgenommene Wasser meiner Ansicht nach zur Bildung des großen Schalenpaares wesentlich bei, indem Kalksalze auf diesem Wege eingeführt werden. Endlich hat das verbrauchte Wasser den Zweck feste (Harn-?) Konkremente aus der Niere herauszuspülen[3].

Selbst wenn die Thiere, von Gefahr umgeben, allseitig ihre Schalen geschlossen haben, ist das immer noch in genügender Menge zwischen den Schalen vorhandene Wasser, welches dann allein aufgenommen wird, auf einige Zeit ausreichend, um den Erfrischungsprocess im Organismus vor sich gehen zu lassen.

---

[1] KOLLMANN, diese Zeitschr. Bd. XXVI, p. 99.

[2] SABATIER, l. c. p. 462.

[3] Über die physiologische Wichtigkeit des aufgenommenen Wassers siehe auch BERGMANN u. LEUCKART p. 284, 285.

Was nun das Ausstrecken des Fußes bei dem Thiere anbelangt, so geschieht dies nicht etwa, um sich damit nun besonders vollzusaugen, sondern lediglich desswegen, um sich in ungewohnten Verhältnissen über seine Umgebung zu orientiren und damit Ortsbewegungen vorzunehmen. Diese letzteren sind oft nicht gering. Ich darf hier wohl eine mündliche Mittheilung des Herrn Professor Kollmann einflechten. Derselbe hat mehrfach an seichten Stellen des Wassers beobachtet, wie die Thiere um mehrere Fuß weit sich von ihrem ursprünglichen Standorte entfernten; eine charakteristische Furche im Sande war die zurückgebliebene Spur, nach welcher man das Maß der Entfernung abschätzen konnte.

Das Ausstrecken des Fußes beruht in erster Linie auf dem Erschlaffen der Gesammtmuskulatur, welches das Thier willkürlich bewerkstelligen kann. Dass der Fuß dann oft stark angeschwollen erscheint, hat seinen Grund darin, dass der Muskeldruck auf das Gefäßsystem nachgelassen hat und nun das Wasser-Blut namentlich die Lakunen stärker füllt, um so mehr, da in diesem Zustande eine weitere Wasseraufnahme ja nicht ausgeschlossen ist; denn dass diese auch bei ausgestrecktem Fuße stattfindet, davon kann sich Jeder selbst an den Strudelbewegungen überzeugen, in welche fein vertheilte Substanzen in der Nähe der Fußschneide gerathen, und Leydig's und meine Beobachtungen unter dem Mikroskope lassen darüber gar keinen Zweifel aufkommen.

Interessant sind noch die Erscheinungen, welche plötzlich eintretende Angriffe auf den ausgestreckten Fuß nach sich ziehen. — Berührt man die Thiere, welche mit ausgestrecktem Fuße im Bassin[1] liegen, sanft, oder bewegt das letztere, so ziehen sie augenblicklich, aber ohne heftige Kontraktion, denselben ein. Dabei gelangt eine größere Menge Wasser, als es im gewöhnlichen Zustande zu geschehen pflegt, plötzlich in die venösen Bahnen — die Folge davon bleibt nie aus: Sobald das letzte Stück des Fußes zwischen den Schalen verschwindet, erfolgt, mächtiger als gewöhnlich, in Folge der Kontraktion des Bojanus-schen Organes und des durch die Schließmuskeln vermehrten Druckes der Schalen, ein Wasserauswurf aus dem hinteren Mantelschlitz. Liegt das Thier außerhalb des Wassers, etwa auf Löschpapier, so wird man, und zwar besser als im Wasser, doch nie bemerken, dass irgend wo anders ein Wasserstrahl hervordringt. Nimmt man aber ein den Fuß ausstreckendes, frisches Thier plötzlich mit etwas Gewalt aus dem Wasser, dann tritt eine heftige Kontraktion des ganzen Organismus ein. Die Muskulatur legt dabei die Fußschneide oft in Runzeln und treibt sie blasig auf, das durch die Kontraktion der Muskeln gedrängte Wasserblut kann, um so mehr, da die Kontraktion überall auftritt, nicht so schnell durch das Bojanus'sche Organ entleert werden, und die bekannten Wasserstrahlen treten auf. Dass unter solchen Verhältnissen die zarten Wände der Organe, namentlich auch die Mantelränder einreißen können, ist begreiflich, entleert doch eine Holothurie bei derartigen Kontraktionen ihre gesammten Eingeweide. Eine Zerreißung zu konstatiren, ist sehr interessant. Fixirt man bei solchem Versuche an einer großen Anodonta einen aus dem Mantelrande tretenden Wasserstrahl mit dem Auge, bricht schnell die Schalen aus einander und schneidet oder reißt die betreffende Mantelpartie ab, bringt das Stück dann in Essig, spült mit destillirtem Wasser etwaigen Schleim ab und sucht mit einer scharfen Lupe, so findet man den Riss mit unebenen, gezackten Rändern; seine große Verschiedenheit von einem normalen Porus ist ersichtlich, namentlich dann, wenn man nach den angegebenen Methoden Querschnitte davon anfertigt. —

---

[1] Man kann Behufs dieses Versuches auch das Carrière'sche Experiment anwenden und die Thiere den Fuß außerhalb des Wassers ausstrecken lassen.

Wenn also Wasserstrahlen an irgend einer anderen Stelle, als an dem Athem- und Kloakensipho hervordringen, so ist die Ursache davon stets in anormalen Umständen zu suchen. Am normalen Organismus tritt durch die Pori aquiferi Wasser nur ein; durch das Bojanus'sche Organ (und dann durch die Kloaken- und Athemöffnung oder meist nur durch letztere) nur aus. Zuletzt erwähne ich hier noch das Experiment, welches Carrière angestellt hat, und auf Grund dessen er eine Wasseraufnahme überhaupt entschieden in Abrede stellen zu müssen glaubt. Es ist das schon kurz erwähnte Experiment, dass die Thiere auch außerhalb des Wassers ihren Fuß auszustrecken vermögen. Der Versuch war mir längst bekannt, ein Beweis gegen Wasseraufnahme ist er absolut nicht, und meine Deutung ist folgende: Wenn man das frisch gefangene Thier auf Löschpapier legt, nachdem man möglichst viel Wasser hat ablaufen lassen, so streckt dasselbe im günstigsten Falle auch auf dem Papier seinen Fuß aus. Der Grund des Vorstreckens, welches durch die Erschlaffung der Muskulatur erfolgt, ist ein Unbehagen des Thieres, es möchte sich gern aus dieser Situation, die ihm über kurz oder lang zum Nachtheil gereicht, befreien und wenn möglich, das heimische Element zu gewinnen suchen[1]. Aber selbst in diesem Zustande wird noch, fast unmerklich, spurenweise Wasser durch die Pori aquiferi aufgenommen. Von der feuchten Oberfläche der Organe rieselt mit Hilfe der Flimmerung, namentlich in den immer vorhandenen Kontraktionsrillen zwischen dem Epithel, immer noch etwas Wasser bis zur Fußschneide. Der ganze Fuß sieht unter der Lupe aus, als wäre er mit Millionen feiner Wassertropfen bestreut. Doch lange erträgt das Thier diesen Zustand nicht, es nimmt Abstand von vergeblichen Bemühungen sich aus dieser peinlichen Lage zu befreien, zieht den Fuß ein, schließt die Schalen überall fest, um sie nicht eher wieder zu öffnen, als bis man es in sein heimisches Element zurückträgt oder, wenn dies nicht geschieht, bis Collaps eintritt.

---

[1] Folgenden interessanten Versuch kann ich nicht umhin hier mitzutheilen: Legt man eine ganz frische Anodonta auf ein mit Löschpapier überdecktes Brett, neigt dasselbe ein wenig, und befestigt es so, dass es mit dem geneigten Ende die Wasseroberfläche im Bassin fast berührt und befeuchtet dann das Löschpapier zwischen dem ausgestreckten Fuße des Thieres — dieses muss mit dem Rücken vom Bassin abgewandt liegen — und dem geneigten Ende des Brettes, so dass das Thier diese Feuchtigkeit spürt, so macht dasselbe eifrigst Anstalt, sich mit dem Fuße in der Richtung, wo die Feuchtigkeit sich befindet, zu bewegen. Der Fuß macht, indem

Ich gedenke hier zugleich noch des Experimentes, an Natica heros und Mactra solidissima, welches Agassiz[1] beschreibt. Dieses ist, so viel ich ohne eigene Beobachtung beurtheilen kann, auch ein schlagender Beweis für Wasseraufnahme.

Ich weiß nicht, ob Carrière Gelegenheit gehabt hat selbst Beobachtungen an Natica heros zu machen, da er so entschieden der Erklärung von Agassiz, obgleich derselbe die von Carrière ausgesprochene besonders ausschließt, entgegentritt. —

Somit bin ich am Ende meiner Mittheilungen über das Gefäßsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden angelangt und fasse die wichtigsten Resultate derselben in folgende Thesen zusammen:

Résumé.

1) Das Gefäßsystem ist in seinen peripherischen Bahnen nicht geschlossen, sondern zwischen dem arteriellen und venösen Kreislaufsabschnitte schieben sich wandungslose, endothelfreie Lücken, i. e. Lakunen im Gallertgewebe ein.

2) Wirkliche Kapillaren im physiologischen Sinne sind im Muschelleibe nicht, oder nur auf die Kiemen einiger Formen beschränkt, vorhanden.

3) Der venöse Theil des Gefäßsystems ist unvollständig und repräsentirt den Rest des Coeloms, die Lakunen sind Coelom κατ᾽ ἐξοχήν.

4) Die sogenannten Langer'schen Blasen oder Flemming'schen Schleimzellen existiren als solche nicht, sondern sind die eigentlichen Lakunen.

5) Besondere Schwellgewebe existiren nicht.

---

er sich gewissermaßen mit der umgeklappten Schneide an die Unterlage anklebt, Zug- und Schiebbewegungen, und, wählte man die Entfernung klein, so gelangt das Thier ruckweise, in schiefer Lage, bis an den Brettrand, dort verliert der Fuß die Unterlage, aber spürt beim Umschlagen das Wasser, noch ein Ruck und das Thier gleitet, indem es auf dem Brettrand zugleich das Gleichgewicht verliert, hinein.

[1] Agassiz, l. c. p. 179.

6) Das Gefäßsystem ist auch im Innern des Organismus kein geschlossenes, sondern kommunicirt mit dem umgebenden Medium.
7) Die Flüssigkeit, welche im Gefäßapparate cirkulirt, ist ein Gemisch von blutartigen Bestandtheilen mit Wasser.
8) Die Einfuhr des Wassers geschieht durch die Pori aquiferi, diese dienen nur dem Eintritte, der Austritt wird durch das Bojanus'sche Organ vermittelt.
9) Ein besonderes Wassergefäßsystem existirt nicht.
10) Die Wasseraufnahme findet permanent statt.

Ich möchte diese Abhandlung nicht der Öffentlichkeit übergeben, ohne zugleich nach drei Seiten meinen Dank abzustatten. Den Herren Prof. Dr. Kollmann (Basel) und Flemming (Kiel) bin ich sehr verpflichtet für die Liebenswürdigkeit, mit welcher sie mir wichtige litterarische Notizen, die ich sonst kaum hätte erlangen können, und einen Theil ihrer Präparate zu Gebote stellten. Endlich sage ich der Verwaltung der Kaiserlichen Universitäts- und Landes-Bibliothek zu Straßburg i. Els. meinen Dank für die Bereitwilligkeit und Schnelligkeit, mit welcher dieselbe meinen fortwährenden Wünschen nach einschlägiger Litteratur entsprochen hat.

Mülhausen i. Els., im Juli 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Dorsalansicht einer Anodonta; die Pfeile deuten die Wasserströmung an.
- 1, Athemöffnung;
- 2, Kloakenöffnung.

Fig. 2. Ventrale Ansicht von Unio.
- 1, Athemöffnung;
- 2, Fuß;
- 3, vorderer Porus aquif.;
- 4, mittlerer Porus aquif.;
- 5, hinterer Porus aquif.

Fig. 3. Anodonta geöffnet, die rechte Schale ist entfernt, die rechte Mantelhälfte zurückgeschlagen.
- 1, Fuß;
- 2, vorderer Porus aquif.;
- 3, mittlerer Porus aquif.;
- 4, hinterer Porus aquif.

Fig. 4. Querschnitt durch den vordersten Porus aquiferus von Anodonta. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. 0. Oc. 0.)
- 1 und 2, Gallertgewebe und Muskeln;
- 3, der Porus.

Fig. 5. Querschnitt durch den Fuß von Anodonta im mittleren Porus aquif. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. II. Oc. 0.)

1, Gefäße;
2, Lakunen;
3, Gallertgewebe pigmentirt;
4, Muskeln;
5, Epithel;
6, Porus aquiferus.

Fig. 6. Ventralansicht von Anodonta.

1, Mantelschlitz vor dem mittleren Porus aquiferus;
2, Fuß;
3, Mantel;
4, Mantelschlitz vor der Mundöffnung.

Fig. 7. Ansicht des Spinnfingers von Dreyssena.

1, Querer Porus aquiferus;
2, schmale Vertiefung um denselben.

Fig. 8. Querschnitt durch den Spinnfinger von Mytilus. Injektion der Lakunen. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. 0. Oc. 0.)

1, Gefäße;
2, mediane Lakune in Form eines kanalartigen Ganges;
3, gefäßartige Lakunen;
4, Gallertgewebe; bei der schwachen Vergrößerung natürlich nicht deutlich differenzirt.
5, Muskeln;
6, Drüse;
7, Rinne.

Fig. 9. Querschnitt durch den Spinnfinger von Dreyssena. Injektion der Lakunen. Tinktion mit Jodgrün. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. 0. Oc. 0.) Die Färbung der Abbildung stimmt nicht genau mit der des Präparates, auf welchem Drüsengewebe eigenthümlich glänzend dunkelgrün, Epithel blaugrün, Muskulatur strohgelb gefärbt erscheint.

Bezeichnung wie bei Fig. 8.
8, Epithel.

Fig. 10. Cylinderepithelzellen mit Wimperhaaren vom Porus aquiferus bei Mytilus. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.)

Fig. 11. Isolirte Cylinderepithelzelle mit Wimperhaaren vom Porus aquiferus bei Dreyssena. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. V. Oc. I.)

Fig. 12. Zellen vom mittleren Porus aquiferus von Anodonta cellensis. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.) Die eine Zelle enthält Pigment.

Fig. 13. Querschnitt durch den Spinnfinger von Mytilus. — Färbung mit Pikrokarmin (aber etwas ammoniakalisch). (Gezeichn. mit Eng. u. Hens. Syst. 0. Oc. 0.)

Bezeichnung wie bei Fig. 8.
8, Blutkörperchen;
9, engmaschiges Lakunennetz des eigentlichen Fußes.

Fig. 14. Zellen vom mittleren Porus aquiferus von Unio. (Gezeichnet mit Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.)

Fig. 15. Endothel nach einem Versilberungspräparate aus einem Kiemengefäß (Kapillare) von Mytilus. (Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.)

Fig. 16. Endothel aus der Aorta von Anodonta. (Engell und Hensoldt Syst. IV. Oc. I.) Silberpräparat.

Fig. 17. Endothel in derselben Weise dargestellt und gezeichnet aus dem Sinus Bojani von Anodonta.

Fig. 18. Querschnitt durch den Fuß von Unio nach einem Injektions- und Trockenpräparat. (Engell und Hensoldt Syst. V. Oc. I.)

1, injicirte Lakunen;
2, pigmentirtes Gallertgewebe mit Rund- und Spindelzellen.

Berichtigung: S. 18 Anm. 1 »Etwa das Zellprotoplasma?« fällt aus.
S. 27 Zeile 1 v. u. statt aquiferi lies acquiferi.

Untersuchungen über einige Protozoen.

Von

Dr. August Gruber,
Privatdocenten der Zoologie in Freiburg i. B.

Mit Tafel II—IV.

Die vorliegende Arbeit umfasst mehrere Abschnitte, welche nicht im Zusammenhang mit einander stehen und welche sich auf verschiedene Gebiete der Protozoenkunde erstrecken. Der erste Theil ist der Beschreibung neuer Rhizopoden gewidmet, die in mancher Beziehung von Interesse sein dürften, im zweiten sollen theils neue, theils nicht richtig erkannte Infusorien beschrieben werden, und der letzte Abschnitt endlich wird eigenthümliche Verschmelzungserscheinungen bei Heliozoen behandeln.

Außer der Beobachtung am lebenden Thier habe ich mich der von Korschelt[1] angegebenen Präparirungsmethode bedient, die mir vortreffliche Dienste geleistet hat. Sie beruht bekanntlich darauf, dass die Thiere durch ein Reagens, welches man unter das Deckglas fließen lässt, rasch getödtet und zugleich erhärtet werden, worauf man dann, ebenfalls unter dem Deckglas, färbt, entwässert und in Kanadabalsam einschließt. Korschelt wandte hierbei zur Tödtung Chromsäure an und ich that dies auch; doch lassen sich meist eben so gut andere Reagentien anwenden, welche eine rasche Erstarrung herbeiführen, also z. B. Alkohol absolutus, heiße Sublimatlösung und Osmiumsäure. Kürzlich hat Landsberg[2] eine andere Methode, Isolirung der Protozoen mittels einer Pipette, empfohlen, die auch vorzüglich ist, sobald es sich nur um Anfertigung sauberer Präparate für eine Sammlung handelt, aber natürlich in allen den Fällen nicht angewandt werden kann, wo das betreffende

---

[1] Über eine neue Methode zur Konservirung von Infusorien und Amöben. Zool. Anzeiger Nr. 109.

[2] Über Konservirung von Protozoen. Zool. Anzeiger Nr. 114.

Objekt in situ und in einem bestimmten Moment der Bewegung konservirt werden muss, oder wo dasselbe so klein ist, dass man es mit Hilfe schwächerer Vergrößerungen in einem Uhrschälchen nicht auffinden könnte.

I. Neue Rhizopoden.

1) Pachymyxa hystrix.

Schon lange hatte ich in dem von Diatomeen, Oscillarien und anderen niederen Pflanzen gebildeten Überzuge an den Wänden unseres hiesigen kleinen Seewasseraquariums eigenthümliche rundliche Körper beobachtet, die ich Anfangs für Fäces irgend eines Wurmes oder Krustenthieres hielt. Bei näherer Betrachtung zeigte sich aber eine zu große Regelmäßigkeit in ihrem Bau und besonders ihrer äußeren Umkleidung, so dass ich doch geneigt wurde, in diesen Körpern selbständige Organismen zu vermuthen, welcher Art freilich, war mir völlig unklar, da keinerlei Bewegungserscheinungen zu beobachten schienen. Nach vielen fruchtlosen Bemühungen endlich gelang es mir dadurch, dass ich die fraglichen Körper längere Zeit ungestört unter dem Deckglas liegen ließ, über ihr Wesen ins Klare zu kommen, und zu ermitteln, dass ich — allerdings sehr eigenthümlich organisirte — Rhizopoden vor mir hatte.

Es ist mir nicht gelungen in der Litteratur eine dieser Form entsprechende Art nachzuweisen und ich musste daher einen neuen Namen für sie schaffen. Derselbe soll ein Ausdruck der Körperbeschaffenheit der Rhizopoden sein und lautet: Pachymyxa hystrix.

Dem unbewaffneten Auge erscheinen die größeren Exemplare der Pachymyxa als kleine weiße Körnchen, die sich auf dunkler Unterlage ganz deutlich abheben.

Oft findet man in den im Aquarium wuchernden Algenrasen ganze Lagen heller Pünktchen, die alle auf solche Rhizopoden zurückzuführen sind. Eines der größten Exemplare, das mir zur Beobachtung kam, maß in der Länge 0,6 mm bei einer Breite von 0,3 mm, während auf der anderen Seite sich sehr häufig Pachymyxen vorfinden lassen, die bei einer kugeligen Gestalt nicht mehr als 0,09 mm im Durchmesser haben. Bringt man ein Exemplar unter das Mikroskop, so erscheint es bei durchfallendem Lichte nicht mehr weiß, sondern bräunlich.

Was zunächst sich darstellt, ist nichts weiter als eine Hülle, welche den Protoplasmaleib des Rhizopoden umgiebt.

Diese Hülle besteht aus einer Lage dicht neben einander stehender feiner Stäbchen, welche ungefähr senkrecht zur Oberfläche des Protoplasmakörpers gerichtet sind (Fig. 1). Sie bilden einen Filz oder, besser gesagt, ein ringsum geschlossenes Stachelkleid. Es ist mir nicht gelungen, zu entscheiden, aus was für einer Substanz die Stäbchen bestehen. In Chromsäure lösen sie sich sofort auf, während sie bei Zusatz von Überosmiumsäure vollkommen unverändert blieben, wesshalb dies letztere Reagens immer angewandt wurde, sobald es sich darum handelte, ein Dauerpräparat anzufertigen.

Ich hatte auch die Vermuthung, dass die Stacheln aus kohlensaurem Kalk bestehen möchten, doch gelang es mir nicht, mittels Reagentien, diese Annahme zu bestätigen.

So viel steht aber jedenfalls fest, dass die Stäbchen nicht etwa außen aufgesammelte und zusammengefügte Fremdkörper sind, sondern dass sie ein Produkt des Protoplasma selber darstellen. Bei oberflächlicher Einstellung bemerkt man, dass der Überzug doch nicht vollkommen geschlossen ist, wie es zuerst erscheint, sondern dass an vielen Stellen die Stäbchen aus einander treten und Lücken zwischen sich lassen. Es sind kreisrunde Löcher, welche, ziemlich regelmäßig vertheilt, die Hülle durchbohren (Fig. 1). In der Fig. 1 erscheinen die Stäbchen auf der Oberfläche durch den Druck des Deckglases niedergedrückt und etwas verschoben, während sie sich an der Peripherie in ihrer regelmäßigen Lage zeigen. Man sollte vermuthen, dass am Rande die Poren als Lücken erscheinen müssten; dies ist aber nicht der Fall, weil sich hier wegen der darunter liegenden Stäbchen der Porus nicht scharf abgrenzt.

Man bemerkt diese Poren sowohl am lebenden Thier, als auch an der leeren Hülle und am Osmiumpräparat (Fig. 3) ganz deutlich. Sie waren es, welche mich zuerst auf die Vermuthung brachten, dass ich in den Klümpchen irgend einen Rhizopoden vor mir hatte, welcher vielleicht ähnlich wie eine Foraminifere durch die Poren der Hülle seine Pseudopodien aussenden könne.

Die Lebenserscheinungen der Pachymyxa sind aber so träge, dass die Thiere, aus dem Aquarium auf den Objektträger gebracht, gewöhnlich ohne Bewegung in ihren Hüllen liegen.

Ich wollte schon an der weiteren Untersuchung verzweifeln, als ich zu meiner Freude ein Exemplar fand, von welchem eine Menge Pseudopodien ausstrahlten (Fig. 1).

Wie ich vermuthet, traten diese aus den Poren der Hülle hervor, wenn man dies auch nicht immer mit Deutlichkeit nachweisen konnte. Auf der nach dem Leben entworfenen Fig. 1 sieht man die Scheinfüßchen nur an der Peripherie und dies ist gewöhnlich so der Fall, weil man entweder die auf der oberen Seite hervorkommenden Pseudopodien nicht wahrnehmen kann, oder hier das aufliegende Deckgläschen einem Austritt der Sarkode im Wege ist.

Was die Gestalt der Pseudopodien betrifft, so ist dieselbe eine derartige, um der Pachymyxa eine Stellung unter den Lobosen anzuweisen. Sie weicht aber von der gewöhnlichen Form dadurch ab, dass die Pseudopodien nicht lappige, oft wechselnde Protoplasmafortsätze, sondern vom Grunde, d. h. von der Austrittsstelle bis zur Spitze gleichmäßig dicke, eine bestimmte Länge nie überschreitende Fäden sind (Fig. 1), die sich auch langsam hin und her biegen können.

Sie gleichen am meisten denjenigen der von Entz[1] beschriebenen Orbulinella smaragdea, wie dieselbe von Bütschli in Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs (Protozoen. Taf. IV, Fig. 4) wiedergegeben worden ist. Auch hier treten überdies die Scheinfüßchen aus Poren der Schale hervor[2].

Nie habe ich eine Verzweigung an den Pseudopodien bemerkt, gewöhnlich sind sie alle von der gleichen Dicke und nur manchmal, wenn das Thier sich abflachte, sah man an einigen Stellen breitere Fortsätze austreten. Eine Protoplasmaströmung ist in den Pseudopodien nicht zu bemerken und sie bestehen aus ganz hyaliner körnchenfreier Sarkode.

Bewegungsorgane scheinen sie nicht zu sein, denn ich habe nie bemerkt, dass die Pachymyxa durch ihre Hilfe eine Ortsveränderung ausgeführt hätte.

Offenbar dienen die Fortsätze nur dazu, Nahrungsbestandtheile zu sammeln und dem Körper zuzuführen.

Leider ist es mir nie gelungen, die Pachymyxa Nahrung aufnehmen zu sehen und so kann ich auch keine Erklärung für die Thatsache geben, dass man im Inneren derselben Nahrungsballen sieht, die viel zu groß sind, als dass sie hätten durch die Öffnungen der Hülle hereingezogen werden können. Sehr möglich ist es, dass ursprünglich fein vertheilte Substanzen erst nachträglich im Inneren des Rhizopoden zu solchen Klumpen zusammengeballt worden sind.

Was nun den Protoplasmakörper selbst betrifft, so schimmert derselbe auch schon am lebenden Thier durch die Hülle hindurch und man sieht seine Umrisse bis an die Stäbchen heranreichen. An der Stelle, wo Pseudopodien austreten, verräth das stärkere Lichtbrechungsvermögen eine Lage von hyalinem Protoplasma, aus welcher die Fortsätze hervorgehen, während nach innen zu der Körper aus einer trüben, reichlich mit Körnchen und Vacuolen versehenen Sarkode besteht. Oft ist dieselbe außerdem ganz mit dunkeln, braunen Nahrungsballen erfüllt. Die ganze Masse ist äußerst zäh und dick, so dass von einer Strömung oder Bewegung im Inneren kaum etwas zu bemerken ist. Trotzdem zeigen sich an ihr bei längerer Beobachtung deutliche, wenn auch meistens langsame Formveränderungen, an welchen auch die Stachelhülle Theil hat. Das Rhizopod nimmt z. B. eine bandförmige Gestalt an, während es vorher kugelig war, und scheint so vor den Augen des Beobachters in die Länge zu wachsen. Es dehnt sich dabei oft so, dass die Stäbchen weiter aus einander treten und dadurch der Einblick in das Innere viel ungehinderter wird. Solche Exemplare sind besonders geeignet, um den Austritt der Pseudopodien aus den Poren zu studiren.

---

[1] Naturhist. Hefte des ungar. Nat.-Mus. I.

[2] Die Arbeit von Entz hat mir leider nicht zur Verfügung gestanden.

Auf Fig. 4 habe ich eine Pachymyxa abgebildet, welche den mittleren Theil ihres Körpers spiralig aufgerollt hat, während sie Anfangs kugelig und dann bandförmig gewesen war. Man sieht ganz deutlich die Falten, welche die Hülle über dem zähen Protoplasma wirft. Bald nachdem das Thier diese Gestalt angenommen hatte, rollte es sich plötzlich wieder aus einander und erhielt dann langsam wieder eine rundliche Form.

Besseren Aufschluss als am lebenden Thier bekommt man über die Struktur der Pachymyxa und die Beziehung des Protoplasmas zur Hülle, wenn man Präparate herstellt, wobei die Thiere mit starker Osmiumsäure getödtet, dann mit einer Karminlösung gefärbt und schließlich in Kanadabalsam eingeschlossen werden.

Zunächst zeigt es sich, dass bei diesem Verfahren die Stäbchenhülle als Ganzes vom Protoplasmaleib abgehoben wird, resp. letzterer sich von ihr zurückzieht (Fig. 3). Wir sehen daraus, dass, obgleich diese Hülle im Leben so eng mit der Sarkode verschmolzen ist, dass sie alle deren Bewegungen mitmachen muss, die Stäbchen doch einer besonderen, äußerst feinen Außenschicht, gewissermaßen einer Cuticula aufsitzen, welche aber im Leben sich nicht von dem übrigen Protoplasma absondert.

Ich habe Präparate erhalten, wo diese feine Haut sich sogar dunkel gefärbt hatte und so besonders deutlich zu sehen war.

An den Stellen, wo die Poren sich befinden, muss natürlich auch eine Lücke in dieser äußersten Protoplasmalage sich befinden, d. h. sie wird wohl jedes Mal von einem austretenden Pseudopodion durchbrochen, um sich, wenn das letztere sich wieder zurückgezogen hat, neu zu bilden. Gewöhnlich gelingt es nicht, ein Präparat mit ausgestreckten Fortsätzen zu erhalten, aber einige wenige Male habe ich dies doch erreicht und besonders deutlich waren die Verhältnisse, so lang die Pachymyxa noch in der Farbflüssigkeit lag, ehe also der Alkohol seine kontrahirende Wirkung ausgeübt hatte.

Nach einem solchen Präparate ist die Zeichnung auf Fig. 6 entworfen. Man bemerkt dort die Stäbchen der Hülle weit vom Körper abgehoben und durch einen Porus durchtretend ein Pseudopodion. Ferner sieht man an dieser Stelle die schon oben erwähnte Lage von hyalinem Protoplasma, die immer da auftritt, wo sich Pseudopodien bilden. Dieselbe hat sich im Karmin stärker gefärbt als die darunter liegende Masse der körnigen Sarkode.

In letzterer eingestreut bemerkt man eine große Menge ebenfalls dunkel gefärbter Körner oder Kügelchen, auf welche ich hier noch näher eingehen muss.

In allen Pachymyxen nämlich, die ich untersuchte — und deren war es eine große Zahl —, habe ich nie die Spur eines Kernes beobachten können, wohl aber traten fast immer bei richtiger Behandlung die genannten rothen Punkte hervor, die sich durch ihre stärkere Färbung von der Umgebung abhoben.

Es ist nun nicht unwahrscheinlich, dass die rothen Körner kleine Kerne darstellen, wie wir ja auch bei anderen Rhizopoden, z. B. bei Pelomyxa eine Vielheit von Kernen vorfinden. Für die Kernnatur spricht jedenfalls das Verhalten der Körner gegenüber den Reagentien, hauptsächlich die rasch eintretende Färbung durch Karmin; ein sicherer Beweis ist dies aber immerhin nicht und einen solchen bin ich auch leider nicht zu liefern im Stande.

In welcher Beziehung diese eventuellen Kerne zur Fortpflanzung stehen, konnte ich nicht ermitteln, doch hat mir ein Präparat die Vermuthung nahe gelegt, dass sie vielleicht zu einer endogenen Theilung, oder besser gesagt einer Schwärmerbildung, Veranlassung geben könnten. Ich fand nämlich bei einer auf oben beschriebene Weise behandelten Pachymyxa, bei welcher sich der Protoplasmakörper nur sehr schwach gefärbt hatte (Fig. 2), wieder eine bedeutende Anzahl stark roth gefärbter Körner. Dieselben waren aber alle von einer ebenfalls stark tingirten Zone hyalinen Protoplasmas umgeben, so dass sie sich wie kleine Amöben ausnahmen. Sie lagen in der Sarkode zerstreut, ähnlich wie die bei der Furchung mancher Insekteneier (z. B. von Gryllotalpa) im Inneren sich bildenden Zellen[1].

Einen Austritt solcher Körperchen aus einer Pachymyxa konnte ich nie beobachten, wohl habe ich aber auf meinen Präparaten zwischen den Algen sehr viele ganz eben so gestaltete kleine amöbenartige Wesen gefunden, die vielleicht zu jenen in Beziehung stehen könnten.

Sollte nun wirklich eine Fortpflanzung der Pachymyxa durch

---

[1] Bei mehreren Präparaten, die ich später anzufertigen Gelegenheit hatte, haben sich besagte Körperchen ganz eben so vorgefunden.

Schwärmsprösslinge bestehen, so ist das doch nicht die einzige Fortpflanzungsweise; denn außerdem findet jedenfalls auch eine Vermehrung durch Theilung statt. Man findet häufig Exemplare, die im Begriff sind durch eine in der Mitte erfolgende Einschnürung in zwei Theile zu zerfallen (Fig. 5), wie dies auch von vorn herein zu erwarten ist[1].

Was schließlich die Stellung der Pachymyxa im System betrifft, so muss ich gestehen, dass ich nicht im Stande bin, sie irgend einer schon bekannten Form anzureihen. Am meisten Ähnlichkeit hat sie wohl in der Pseudopodienbildung mit der oben erwähnten Orbulinella. Was die eigenthümliche aus feinen Stäbchen bestehende Hülle betrifft, so weiß ich dafür gar kein Analogon. Es fiel mir nur die Ähnlichkeit auf, welche dieselbe mit dem Besatz von feinen Fortsätzen hat, die Archer[2] bei seinem Diaphoropodon mobile angiebt, nur dass bei letzterer Form die kleinen Strahlen Pseudopodien und keine starren Stäbchen sein sollen.

Die ganz geschlossene Hülle, welche von Poren durchsetzt ist, deutet eine entfernte Ähnlichkeit mit den Perforaten unter den Foraminiferen an; während die geringe Konsistenz derselben und die Gestalt der Pseudopodien so wie der ganze Bau des Protoplasmaleibes die Pachymyxa eher zu den amöbenartigen Rhizopoden verweist.

Neben der Form, wie ich sie eben beschrieben habe, fanden sich im Seewasseraquarium an derselben Stelle auch eine Menge nackter Protoplasmaklümpchen, die in der Größe ungefähr zwischen denselben Dimensionen schwankten, wie ich sie oben für Pachymyxa angegeben habe. Diese Wesen, von denen ich später zu entscheiden suchen will, ob sie mit Pachymyxa identisch sind oder nicht, zeigen manche interessante Eigenthümlichkeiten, so dass ich auch sie einer näheren Beschreibung unterziehen muss.

Auch hier zeichnet sich das Protoplasma durch seine Zähigkeit und Dicke aus, so dass nur äußerst langsame, kaum sichtbare Bewegungserscheinungen sich an ihm abspielen. Diese Rhizopoden sind desshalb auch sehr undurchsichtig, zumal wenn sie, was häufig der Fall, von großen braunen Nahrungsklumpen erfüllt sind.

Sehr häufig sind solche Nahrungsbestandtheile im Inneren in einer besonderen großen Vacuole oder verdauenden Cavität eingeschlossen, die sich von der Umgebung scharf abgrenzt. Andere Male liegen die Ballen zerstreut durch das Innenparenchym des Körpers (Fig. 8).

Überhaupt kann die äußere Erscheinung der einzelnen Exemplare eine äußerst verschiedene sein, da das Protoplasma einmal eine ganz körnige, dann wieder eine blasige, vacuolenreiche Konsistenz annehmen, und endlich mehr hyalin und durchscheinend aussehen kann, welche Unterschiede etwa die Figuren 7, 8 und 11 veranschaulichen mögen. Sehr deutlich kann manchmal eine Scheidung zwischen einer äußeren hellen Lage von Protoplasma und einem von Nahrungsbestandtheilen erfüllten Endoplasma hervortreten, welch Letzteres dann eine Art Nahrungsbrei darstellt. Auf Fig. 7 ist ein solches Exemplar abgebildet, an welchem ein äußerst regelmäßig von Vacuolen durchsetztes Exoplasma zu bemerken ist, von dem die gleich noch näher zu besprechenden Pseudopodien ausgehen. Die Außenschicht gleicht hier ganz derjenigen einer Actinophrys sol. Innerhalb derselben bemerkt man scharf abgegrenzt das von dem Nahrungsbrei braun gefärbte Endoplasma liegen.

---

[1] Auch ein Zerfall in eine größere Zahl kleiner Stücke ist mir wahrscheinlich geworden.

[2] Quart. journ. micr. soc. New Ser. IX; siehe auch Bütschli in Bronn, Kl. u. Ordn. des Thierreichs. Taf. IV, Fig. 1.

An der einen Seite sieht man diesem Individuum ein zweites, kleineres anhängen, das in Verschmelzung mit dem größeren begriffen ist, ein Vorgang, wie wir ihn später ähnlich bei Actinophrys zu betrachten haben werden (s. u.). Hier wurde zunächst nur das Endoplasma, resp. der Nahrungsbrei von dem großen Rhizopoden aufgesogen. In langsamem aber stätigem Strome floss der gesammte braune Inhalt des kleineren Individuums in das größere hinein, so dass schließlich von ersterem nur noch eine helle vacuolenreiche, aller Nahrungsbestandtheile entbehrende Protoplasmamasse übrig blieb, an welcher auch die Pseudopodien verschwunden waren.

So lange ich die beiden Exemplare beobachten konnte, fand keine vollkommene Verschmelzung statt, aber an dem großen Rhizopoden gingen merkwürdige Veränderungen vor sich: Es verlor nämlich vollkommen seine regelmäßige Gestalt. Der braune Inhalt ballte sich zu mehreren Klumpen zusammen, die Außenschicht löste sich auf, an einigen Stellen blieb nur noch eine feine Zone, welche von großen Vacuolen nach außen gedrängt wurde, kurz die Gestalt des ganzen Wesens wurde eine höchst unregelmäßige, als ob es zerfallen wollte. Bald nachher näherte es sich aber immer mehr wieder der ursprünglichen Form und erreichte dieselbe auch in ziemlich vollkommener Weise.

Man sieht daraus wie wenig konstant eine Scheidung in zwei Regionen bei den Rhizopoden ist und wie leicht sich zeitweise getrennt erscheinende Plasma-Arten wieder unter einander zu mischen vermögen. Die Veränderungen, die sich hier an einem und demselben Individuum abspielten, geben auch einen Fingerzeig dafür, warum die hier besprochenen Formen in Beziehung auf die Struktur ihres Protoplasmas so verschieden sein können.

Sehr merkwürdig ist das Verhalten der Pseudopodien. Dieselben gehen nämlich nicht als einfache Fortsätze von der äußeren Protoplasmaschicht aus, sondern treten als feine, gleichmäßig dicke Stäbe aus einem Kegel hyaliner Sarkode hervor, ganz in derselben Weise, wie ich dies kürzlich von der Amoeba tentaculata beschrieben habe[1]. Auch hier tritt der Faden genau aus der Spitze des Kegels heraus und es bleibt, wenn er sich wieder zurückgezogen, immer noch eine kleine kraterförmige Einsenkung zurück.

Die Pseudopodienkegel sind aber meist viel zahlreicher als bei der Amoeba tentaculata, und außerdem gewöhnlich in auffallender Regelmäßigkeit angeordnet (s. Fig. 7 und 11).

Bei jener Amöbe erschien der ganze Körper einschließlich der Pseudopodienkegel bei starker Vergrößerung von einem deutlichen doppelten Kontur umgeben, was hier nicht so ist, wenigstens in den weitaus meisten Fällen nicht zu bemerken war. Nichtsdestoweniger existirt auch hier, wie bei der mit Hülle versehenen Pachymyxa, eine äußerst feine Lage von Protoplasma als Überzug über den gesammten Körper. Ich habe früher[2] die Behauptung aufgestellt, dass bei allen Rhizopoden die äußerste Grenze des Protoplasmas durch die Berührung mit dem Wasser eine andere Konsistenz erhalte und dass das Fließen der Amöbe oder eines Pseudopodions in einem fortwährenden Durchbrechen dieser äußeren hautartigen Lage von Seiten der einem Drucke nachgebenden flüssigen Sarkode bestehe, wobei sich jene Lage immer wieder von Neuem bilde.

Bei den meisten Rhizopoden ist dieselbe nicht zu sehen und auch im vorliegenden Fall gewahrt man am lebenden Thier nichts davon. Um so deutlicher aber stellt sich diese Art Cuticula durch Anwendung von Reagentien dar, wie dies die Fig. 9 zeigen kann. Tödtet man nämlich die Rhizopoden wieder mit Osmiumsäure, färbt mit Karmin und schließt in Kanadabalsam ein, so zieht sich das Protoplasma zusammen und man sieht, von ihm getrennt und seine Konturen wiederholend, ein feines Häutchen sich hinziehen. Gelingt das Präparat gut, so bleiben auch die Pseudopodienkegel mit den Pseudopodien selbst erhalten (Fig. 9). An der feinen Haut sieht man dann sehr deutlich an vielen Stellen Erhebungen, welche einem darunter liegenden Kegel entsprechen, ein Beweis dafür, dass die Haut als zarte Schicht auch die Kegel mit umhüllt hat und von den Pseudopodien durchbohrt worden war. Einen Kern konnte ich auch hier niemals nachweisen, wohl aber zeigten sich bei richtiger Präparation und Tinktion dieselben zahlreichen rothen Körnchen im Inneren, wie bei der Pachymyxa. Auch scheint wie bei dieser eine Fortpflanzung durch Theilung häufig zu sein (s. Fig. 10).

---

[1] Beiträge zur Kenntnis der Amöben. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI.

[2] a. a. O.

Es fragt sich nun, wo wir nach den angegebenen Merkmalen die Verwandten dieser Rhizopoden zu suchen haben. Das Nächstliegendste ist es wohl, denselben mit der Amoeba tentaculata für identisch zu erklären, die ich ja an derselben Stelle auch in unserem Seewasseraquarium aufgefunden habe. Die Größe kann nicht zur Vergleichung herbeigezogen werden, da sie bei den verschiedenen Exemplaren sehr schwankend ist; dagegen waren die Bewegungserscheinungen der Amoeba tentaculata ganz andere. Das Stadium, wo sie die beschriebenen Pseudopodien aussandte, entsprach nur einem Ruhezustand, während sie sonst in stätigen Fluss gerathen konnte, ganz wie andere Amöben, zumeist die Amoeba quadrilineata; außerdem besaß sie einen deutlich sichtbaren, typisch gebauten Zellkern, Beides Dinge, die hier nie zur Beobachtung kamen. Man könnte immer noch annehmen, dass dieses Rhizopod ein Entwicklungszustand jener Amöbe sei, doch ist dies sehr wenig wahrscheinlich.

Was aber die Beziehung der besprochenen Form mit der oben beschriebenen Pachymyxa betrifft, so scheint die Annahme fast unabweisbar, dass sie mit dieser identisch sei; denn, abgesehen von dem Mangel einer Bekleidung mit den kleinen Stäbchen haben die beiden Formen eine Menge von Übereinstimmungen: Die zähe Konsistenz und schwache Bewegungsfähigkeit des Protoplasmas, das Auftreten von vielen kernartigen Körperchen im Inneren, die Umkleidung mit einer festen feinen Protoplasmaschicht, die sich bei einer gewissen Präparation wie eine Cuticula abhebt, die Gestalt der Pseudopodien und schließlich die Art der Theilung. Als Unterschiede bleiben also nur, dass bei der einen Form sich immer Pseudopodienkegel bilden und bei der anderen auf der peripherischen Sarkodeschicht die kleinen Stäbchen des Skelettes aufsitzen. Ich möchte desshalb das zuletzt besprochene Rhizopod nur für einen anderen Zustand der Pachymyxa erklären.

2) Amoeba obtecta.

Außer der vorhin beschriebenen Pachymyxa fand ich, ebenfalls in dem kleinen Seewasseraquarium des hiesigen zoologischen Institutes, noch eine Rhizopodenform, und zwar eine Amöbe, die sich in manchen Beziehungen von anderen Arten ihrer Gattung unterscheidet; ich habe sie Amoeba obtecta genannt. Sie ist sehr klein, misst nur 0,03—0,04 mm und kriecht nicht frei umher, sondern baut sich ein Gehäuse, in welchem sie sich versteckt. Was dieses letztere betrifft, so wird es gebildet aus einer schleimigen Substanz von gelblicher Farbe, die im Wasser immer mehr zu erhärten scheint. Der innerste Theil der Hülle, welcher der Amöbe zunächst liegt, ist der konsistenteste und am dunkelsten gefärbte (Fig. 12 und 15); er bildet das eigentliche Gehäuse, während um ihn her noch eine unregelmäßige Zone der gelblichen Substanz liegen kann, an welcher viele Körnchen und sonstige Fremdkörper festkleben.

Ihrer Zusammensetzung und Färbung nach gleicht die Hüllsubstanz vollkommen derjenigen, die ich bei der Stichotricha socialis beschrieben habe[1]. Was die Gestalt des Gehäuses betrifft, so ist dieselbe eine napfförmige (Fig. 12), d h. sie besitzt einen abgerundeten Boden und eine weite Öffnung für den Austritt des Protoplasmas. Häufig ist eine Hälfte der Seitenwand nicht zur Ausbildung gelangt und dann liegt die Amöbe ziemlich lose in einer einfachen Schale. Der Protoplasmakörper, welcher sich in solcher Hülle verbirgt, zeigt nichts Auffallendes, was ihn von dem verwandter Amöbenarten unterschiede. Die Sarkode ist ziemlich zäh und unbeweglich, wenn auch lange nicht so wie bei Pachymyxa. Der Theil, welcher im Grunde des Napfes liegt, ist fein gekörnelt und trüb, während das entgegengesetzte, an der Mündung gelegene Ende hell ist und aus hyaliner Masse gebildet erscheint. Aus ihm entstehen die Pseudopodien, die ich aber nur selten habe beobachten können, da sich die Amöben nicht leicht von der Störung erholen, die sie durch das Übertragen auf den Objektträger erleiden. Gewöhnlich sieht man nur langsame Veränderungen an der hyalinen Masse; einmal gelang es mir aber auch eigentliche Pseudopodien zu beobachten (Fig. 12). Es waren stumpfe Fortsätze, von denen der eine sich an der Spitze gabelte. Die Bewegungen derselben waren sehr langsam. Ein solches Exemplar hatte dann einige Ähnlichkeit mit einem monothalamen Rhizopod. Von einem Kern und einer kontraktilen Vacuole bemerkt man am lebenden Thier gar nichts. Die letztere wird wahrscheinlich überhaupt nicht vorhanden sein, da die Amoeba obtecta eine marine Form ist; den Kern aber kann man mittels Reagentien sehr deutlich zur Anschauung bringen.

Wenn man die Amöben auf die Eingangs beschriebene Weise behandelt und dann mit Pikrokarmin färbt, so tritt schon nach kurzer Zeit der sich intensiv roth färbende Kern deutlich hervor (Fig. 14). Man sieht ihn bald am hinteren Ende des Körpers, bald in der Mitte liegen und er erscheint stets als gleichmäßig roth gefärbte Masse. Die Vacuolen im Protoplasma bleiben, wie dies Fig. 14 zeigt, bei dieser Behandlungsweise auch ganz gut erhalten.

---

[1] Neue Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII.

Über die Art der Fortpflanzung dieser Amöbe besitze ich keine Beobachtungen. Jedenfalls erfolgt sie auch durch Zweitheilung und das aus der Schale austretende Theilstück wird sich wohl sofort eine eigene Hülle bilden. Dafür spricht der Umstand, dass man sehr häufig Paare von Amöben findet, die ganz eng mit ihren Gehäusen zusammenliegen (Fig. 15).

Offenbar haben diese Rhizopoden keine Tendenz Wanderungen zu unternehmen und so kommt es, dass, wenn die Umstände günstig sind, sie in großen Massen bei einander liegen, also förmliche Gesellschaften bilden. Ich habe auf meiner Fig. 16 eine solche Amöbenkolonie darzustellen versucht. Die Zeichnung ist nach einem Dauerpräparat entworfen, weil die lebenden Amöben und ihre Hüllen sich nicht so deutlich von der Umgebung abheben und kein so klares Bild zu geben vermögen.

II. Über einige Infusorien.

1) Spongomonas guttula.

In seinem umfassenden und höchst verdienstvollen Sammelwerk über alle bekannten Infusorien hat Saville Kent[1] eine neue Art der Gattung Spongomonas kennen gelehrt, welche sich hauptsächlich dadurch auszeichnet, dass sie große, sackförmige Kolonien aufbaut. Durch Zufall entdeckte ich in einem kleinen Aquarium, in welchem das Wasser eine Zeit lang in Fäulnis übergegangen war, eine ganze Menge bräunlicher Kugeln, die sich bei näherer Besichtigung ebenfalls als Erzeugnisse kleiner Flagellaten herausstellten.

Die Kolonien der Spongomonas guttula, wie ich das Infusorium nennen will, sind entweder ganz kugelige (Fig. 30) oder durch Einfallen der Oberfläche gefaltete (Fig. 31) Blasen, welche theils an den Wänden des Glases, theils auf allerlei darin befindlichen Gegenständen, theils auch an dem Wasserspiegel hingen (Fig. 30).

An der Seite, an welcher sie festgeheftet sind, ist eine Öffnung, durch welche man in das Innere der hohlen Kugel blickt. Die Größe derselben war eine sehr verschiedene, doch habe ich nie eine umfangreichere gefunden, als diejenige, welche ich auf Fig. 31 in natürlicher Größe dargestellt habe.

Die braune Farbe rührt, wie bei der Spongomonas sacculus Kent's, von kleinen Körnchen her, welche, durch Gallerte zusammengehalten, die Hauptmasse der Kolonie darstellen (Fig. 32). Die einzelnen Infusorien sind nicht regellos über die Oberfläche der Kugel vertheilt, sondern stecken in regelmäßigen Abständen in der Gallerte (Fig. 36).

---

[1] A manual of the Infusoria. London 1880 und 1881. p. 288 und 289. Pl. XII, Fig. 17—23.

Jedes der winzigen Flagellaten befindet sich am Ende einer Röhre, die es selbst ausgeschieden. Diese Röhren sind aber nicht von einander getrennt, sondern fest mit einander verschmolzen (Fig. 33 und 34), wie bei den Gallertkugeln der Ophrydinen. Am deutlichsten sieht man diese Kanäle an der Stelle der Blase, wo die Öffnung sich befindet; denn da kann man sie in ihrer ganzen Länge verfolgen (Fig. 29). Im Verhältnis wie dieselben länger werden, nimmt auch die ganze Blase an Umfang zu.

Was die Entstehung dieser Kolonien betrifft, so ist dieselbe nicht leicht zu erklären, und es scheint mir noch am wahrscheinlichsten, anzunehmen, dass sich die massenhaft im Wasser vertheilten Flagellaten auf Luftblasen angesiedelt, die an den Wänden des Aquariums oder am Wasserspiegel hingen. In etwas faulendem Wasser werden solche Sauerstoffquellen natürlich vorzugsweise von den Infusorien aufgesucht werden.

So würde sich auch erklären, warum die Kolonien Hohlkugeln darstellen. Von der Peripherie der Luftblase aus hätten die Flagellaten ihre Röhren gebaut und später kann die Luft im Inneren geschwunden sein.

Außer den so beschaffenen Ansiedelungen fanden sich dann noch sehr häufig Vereinigungen von nur ganz wenigen Individuen, bei welchen auch noch keine Anlage der Röhren zu beobachten war (Fig. 37). Die Infusorien selbst unterscheiden sich nicht von den ihnen verwandten Arten. In der Regel ist der 0,01—0,015 mm messende Körper kugelförmig (Fig. 38), doch kann er auch eine mehr ovale Form annehmen (Pig. 39 *b*). In dem körnigen Protoplasma eingebettet liegen Vacuole und Kern, welch letzterer am lebenden Thier nicht sichtbar ist, bei der Tinktion mit Karminlösungen aber sehr deutlich wird. Am vorderen Körperende endlich erheben sich die Geißeln (Fig. 38), zwei an der Zahl, wie dies für die Gattung Spongomonas charakteristisch ist.

2) Die Gattung Stichotricha.

Während die Mehrzahl der hypotrichen Infusorien nicht die Gewohnheit hat, eine schützende Hülle um ihren Körper auszuscheiden, finden wir bei einer Gattung dieser Abtheilung einen solchen Kunsttrieb vollkommen entwickelt, nämlich dem Genus Stichotricha. Die übrigen Hypotrichen können auch einer Schutzvorrichtung sehr wohl entbehren, da sie meist eine feste, oft panzerartige Rindenschicht besitzen; nicht so die Stichotricha, deren Körper äußerst weich und biegsam ist. Ich habe seiner Zeit unter dem Namen Stichotricha socialis eine Form kennen gelehrt[1], welche sich dendritisch verzweigte Röhren baut, während von Stein[2] die möglicherweise nur eine Varietät der obigen Art darstellende Stichotricha secunda beschrieben und abgebildet wird, die solitär lebt und ein mehr flaschenförmiges, am Grunde abgerundetes Gehäuse baut. Seither habe ich noch andere Formen von Gehäuse- und Koloniebildung bei Stichotrichen beobachtet, die ich hier beschreiben möchte.

Ich bemerke, dass ich zweien dieser Infusorien keine neuen Namen gegeben, weil ich nicht mit Sicherheit sagen kann, ob es selbständige Arten oder nur Varietäten ein und derselben Species sind.

Dies gilt zunächst für eine Form, welche durch den Besitz von Chlorophyllkörpern[3] grün gefärbt war. Diese Stichotricha fand sich in großen Mengen in einem Bassin meines väterlichen Gartens in Genua, in welchem auch eine Menge grüner Flagellaten lebten.

Die Kolonien bestanden aus langen, manchmal sich gabelnden Fäden, welche theils auf dem Grunde oder an den Seitenwänden des Gefäßes angeheftet waren, in welchen ich die Thiere hielt, theils vom Wasserspiegel herabhingen (Fig. 18 und 19). Diese Fäden schienen durch die zahllosen Stichotrichen, die auf ihnen saßen, selbst grün gefärbt. Ich habe auf Fig. 17 die Spitze eines solchen Fadens bei 80facher Vergrößerung darzustellen versucht.

Der Faden selbst besteht aus nichts Anderem als der Gallerte der vielen Röhren, welche die Stichotrichen gebaut, und welche allmählich zu einer gemeinsamen Masse zusammengeschmolzen sind, auf welcher eine Menge von allerlei Fremdkörpern, Diatomeen, Abfällen und dgl. festgeklebt sind. Er zeigt dieselbe Analogie mit der Ansiedelung einer Flagellate, der Spongomonas, welche Stein (Organism. der Infusionsth. Bd. III, 1. Taf. VI, Fig. 11) abgebildet, als die Gehäuse meiner Stichotricha socialis mit denen anderer Geißelinfusorien, z. B. Rhipidodendron und Phalansterium. An der Peripherie des Fadens oder Schlauches sitzen die Infusorien, und dort sieht man auch noch, dass jedes eine eigene Röhre bewohnt, in welcher es hin und her schlüpft. Die Röhren können manchmal ziemlich lang werden, niemals aber verzweigen sie sich, was darauf beruhen muss, dass bei der Theilung der Stichotricha die eine Theilhälfte auswandert und sich zwischen den anderen Infusorien ansiedelt. Je mehr die Ansiedelung an der Spitze stattfindet, um so länger wird auch der Faden.

---

[1] Neue Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII.

[2] Der Organismus der Infusionsthiere. Bd. I.

[3] Ich spreche von Chlorophyllkörpern, ganz davon absehend, ob wir es hier mit eigentlichen Chlorophyllkörnern oder nach Brandt und Entz mit einzelligen Algen zu thun haben (s. Biolog. Centralbl. Bd. I. p. 524 und 646).

Was die Stichotricha selbst betrifft, so zeigt sie durchaus nichts Besonderes, wesshalb ich auch nicht näher auf ihre Untersuchung eingegangen bin. Das Thier misst etwa 0,1 mm und zeichnete sich nur durch die grünen Körper im Inneren vor anderen seiner Gattung aus[1].

Eine zweite Varietät der Gattung Stichotricha fand ich in einem kleinen Aquarium des hiesigen zoologischen Institutes. Während die Stichotricha secunda regelmäßige Röhren, die Stichotricha socialis dendritisch verzweigte und die vorhin beschriebene Form faden- oder walzenförmige Kolonien erzeugt, baut sich das genannte Infusor unregelmäßige Gehäuse, gewöhnlich von handförmiger Gestalt, wo von einer breiten Fläche die einzelnen Röhren wie Finger ausgehen (Fig. 21). Häufig findet man auch Stichotrichen, welche nicht in Verbänden, sondern in einzelnen unregelmäßigen, zwischen allerlei Zerfallmasse angelegten Röhren leben. Das Infusor selbst misst ungefähr 0,15 mm, wenigstens die größeren Formen desselben, und hat denselben Bau wie die anderen besprochenen Stichotrichen.

Während bisher nur solche Repräsentanten der Gattung Stichotricha bekannt geworden sind, welche schleimige, aus einer mit allerlei Körnchen besetzten Gallerte bestehende Gehäuse ausscheiden, verhält sich eine Art, welche ich Stichotricha urnula nennen will, ganz anders: Sie lebt nämlich in durchsichtigen, hautartigen Hülsen von flaschenförmiger Gestalt, die bis auf eine schmale vordere Öffnung ringsum geschlossen sind (Fig. 22) und welche sie fast nie verlässt. Die Ränder, welche die Letztere umgeben, haben die Tendenz zusammenzuschlagen, wenn sich das Infusor ganz in die Schale zurückgezogen hat. Von den Hüllen mancher peritrichen Infusorien, z. B. der Cothurnien, unterscheiden sich die der Stichotricha dadurch, dass sie nicht an einer Unterlage festgeheftet sind, wesshalb auch der Grund der Flasche vollkommen abgerundet ist. Mehr Ähnlichkeit haben sie mit denjenigen Hülsen, welche manche Heterotrichen, also z. B. die Freia-Arten, sich bauen. Die Länge der Gehäuse beträgt 0,07 mm bei ausgewachsenen Formen. Das Thier, das in dieser Hülle steckt, unterscheidet sich merklich von den vorher genannten Stichotricha-Arten, aber, wie mir scheint, doch nicht so weit, dass man eine neue Gattung dafür schaffen müsste.

Die Verschiedenheit tritt hauptsächlich dann zu Tage, wenn das Infusor den vorderen oder Halstheil weit aus dem Gehäuse herausgestreckt hat, um sich Nahrung herbeizuwimpern (Fig. 22).

In diesem Zustande nämlich ist der hintere Körpertheil nicht, wie sonst bei dieser Gattung, zugespitzt, sondern kugel- oder kolbenförmig abgerundet, d. h. er nimmt vollkommen die Gestalt des Flaschengrundes an, von welchem er durch einen schmalen Zwischenraum getrennt bleibt. Diese dicke Partie des Körpers verschmälert sich dann plötzlich zum Halse, der weit aus dem Gehäuse hervorgestreckt wird und sich, wie das allen Stichotrichen eigenthümlich ist, nach einer Seite umbiegt. Es kann auch vorkommen, dass fast das gesammte Thier sich in die Länge zieht, wodurch der Hals eine noch bedeutendere Ausdehnung erhält (Fig. 23). Dies zeigt, wie ungemein kontraktil die Körpersubstanz der Stichotricha urnula ist.

---

[1] Ich erinnere mich, irgend wo eine grüne Varietät von Stichotricha erwähnt gefunden zu haben, leider ist es mir aber nicht möglich, die Stelle zu citiren.

Zieht sich das Infusorium in die Schale zurück, so verliert es die eigenthümliche Form und zeigt dann den gewöhnlichen Bau einer Oxytrichine (Fig. 25).

Das Protoplasma des Körpers ist sehr körnerreich und in Folge dessen undurchsichtig, so dass es mir nie gelungen ist, am lebenden Thiere etwas von den Kernen wahrzunehmen. Durch Tinktion mit Karminlösung aber traten sie sofort deutlich hervor. Es sind zwei bohnenförmige Körper, wie sie für die Familie typisch sind (Fig. 26). Sehr häufig liegen sie nicht beide senkrecht zur Längsachse des Thieres, sondern der eine davon ist wagrecht gestellt (Fig. 27). Es rührt dies wahrscheinlich davon her, dass die hintere Partie des Körpers durch die Annahme der rundlichen Gestalt in ihren inneren Theilen auch verschoben wird. Merkwürdigerweise gelang es mir nicht, die Nucleoli nachzuweisen.

Was die Bewimperung betrifft, so ist dieselbe die für die Gattung Stichotricha charakteristische. Ich gehe hier nicht so ausführlich auf dieselbe ein, wie ich das an anderem Orte[1] schon gethan, sondern beschränke mich auf Beschreibung der besonders hervortretenden Cilien. Dies sind zunächst die drei langen und dicken, etwas gebogenen Wimpern an der äußersten Spitze des Halses, auf welche dann das Peristom mit seiner regelmäßig angeordneten Wimperreihe folgt. Am hinteren Ende des Peristoms befindet sich der feine membranartige Saum (Fig. 22), der hier viel deutlicher ist, als z. B. bei Stichotricha socialis. Er steht nämlich viel weiter vom Halse ab und bildet dadurch eine Art Kragen, wie er bei anderen Infusorien vielfach beschrieben worden ist.

Am Halse sieht man ferner in regelmäßigen, weiten Abständen die einzelnen starren Borsten stehen, wie bei den anderen Stichotrichen. Außerdem ziehen sich über den Körper die in Reihen geordneten biegsamen Cilien, die aber hier, auch wegen der Schale, schwierig zu beobachten sind. Am deutlichsten nimmt man sie noch am hinteren Ende des Infusoriums wahr, wo sie überdies merkwürdige Verhältnisse zeigen.

---

[1] Neue Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII.

Sie können nämlich abwechselnd als Cilien und als Pseudopodien fungiren: Als erstere bewegen sie sich in bekannter Weise schlagend hin und her, als letztere aber dienen sie zum Anheften des Körpers an der Schale, an welcher sie sich wie die Pseudopodien eines monothalamen Rhizopods ankleben. Das hintere Ende der Stichotricha ist dann in diesem Falle nicht abgerundet, sondern in unregelmäßige Lappen ausgezogen (Fig. 25); es können diese Zustände ganz rasch und abwechselnd auf einander folgen, ein weiterer Beweis für die Analogie — in diesem Fall für die Identität — der Wimpern und Pseudopodien.

Die Stichotricha pflanzt sich selbstverständlich durch Theilung fort und es liegen dann eine Zeit lang zwei Individuen neben einander in einem Gehäuse (Fig. 24). Das eine Theilstück wandert aus und scheidet sofort eine neue Schale ab, entweder entfernt von der ursprünglichen oder, wenn die äußeren Umstände es begünstigen, in der Nähe derselben. Auf letztere Weise entstehen dann allmählich ganz große Anhäufungen von Stichotrichen, wie ich eine in Fig. 28 abgebildet habe. Die durch einander gestreuten Fläschchen, aus denen die langen Hälse der Infusorien hervorsehen, bieten einen hübschen Anblick dar.

Ich fand die Stichotricha urnula am Wasserspiegel eines kleinen Glasbehälters, in welchem ich zu einem bestimmten Zwecke süßes mit künstlichem Seewasser gemischt hatte. Letzteres stammte aus unserem Seewasseraquarium, ersteres dagegen aus der Brunnenleitung, so dass kaum ein Zweifel darüber bestehen konnte, dass die Stichotricha mit dem Seewasser hereingebracht worden war. Zweimal gelang es mir auch eine solche in einer Probe aus dem Aquarium nachzuweisen. Offenbar waren die Verhältnisse in dem kleinen mit Brakwasser gefüllten Behälter sehr günstige für die Stichotricha, da sie sich rasch in bedeutendem Maße vermehrt hatte. Schließlich bleibt mir noch übrig, Einiges über die Ähnlichkeit zu sagen, welche die Stichotricha urnula mit der Gattung Chaetospira hat. Ich habe schon früher[1] die Vermuthung ausgesprochen, es möge die Chaetospira, welche Lachmann[2] abgebildet hat, mit der Stichotricha identisch sein. Dies ist mir zur Gewissheit geworden, seit mir die Stichotricha urnula zur Beobachtung gekommen. Ein Blick auf Fig. 7 bei Lachmann wird zeigen, dass die Abbildung sich auf eine Form bezieht, die von meiner Stichotricha urnula nicht zu unterscheiden ist.

[1] Neue Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII.

[2] Über die Organisation der Infusorien etc. Müller's Archiv. 1856. Taf. XIII, Fig. 6 und 7.

Neuerdings hat Saville Kent[1] in seinem »Manual of the Infusoria« die Gattung Chaetospira aufgeführt und eine Art derselben abgebildet (Tab. XXIX, Fig. 37 und 38). Auch er rechnet diese zu den heterotrichen Infusorien, eine Täuschung, die leicht erklärlich ist, da die zahlreichen Cilien der über den Körper verlaufenden Wimperreihen oft den Eindruck hervorrufen, als sei das Infusorium ganz mit Wimpern bedeckt. Ich glaube aber zur Genüge dargethan zu haben, dass dies nicht der Fall ist und dass dasselbe alle Merkmale einer typischen Oxytrichine, speciell einer Stichotricha besitzt.

Wenn auch die Abbildungen Lachmann's und Kent's kaum einen Zweifel lassen, dass ihre Arten dieselben sind wie meine Stichotricha urnula, so habe ich doch vorgezogen, den Namen Chaetospira nicht beizubehalten, weil eben dieser Gattungsnamen bisher unter den heterotrichen Formen fungirt hat. Zudem scheint es mir, wie gesagt, geboten, das Infusorium der schon existirenden Gattung Stichotricha einzureihen.

Schließlich muss ich noch auf ein Infusorium aufmerksam machen, dem sein Entdecker, Hudson[2], den Namen Archimedea remex gegeben hat, während er mit Fragezeichen die Bezeichnung Chaetospira in Klammer beigefügt.

Kent (a. a. O. p. 603) erklärt diese Form ganz richtig für eine Stichotricha und sie müsste, da das Gehäuse sich doch wesentlich von denjenigen verwandter Arten unterscheidet, Stichotricha remex zu nennen sein[3].

III. Über Verschmelzungsvorgänge bei Actinophrys sol[4].

Es ist bekanntlich eine oft beobachtete und beschriebene Erscheinung, dass bei Heliozoen eine innige Vereinigung zweier oder mehrerer Individuen stattfindet. Es können auf diese Weise förmliche Syncytien zu Stande kommen, die manchmal aus mehr als 20 Einzelwesen bestehen. Was die Bedeutung dieses Vorganges anbetrifft, so scheint es gewiss, dass er zu der Fortpflanzung nicht in Beziehung steht. Gewöhnlich trennen sich die Heliozoen wieder, ohne dass man irgend welche Veränderungen am Kern oder am Weichkörper hätte bemerken können.

---

[1] A manual of the infusoria. London 1880 und 1881.

[2] On Cephalosiphon and a new infusorion. The monthly microsc. journ. Vol. XIV. p. 165.

[3] Der letzte Band des Kent'schen »Manual« kam mir erst zu, als diese Arbeit schon der Redaktion übersandt war. Darin wird auch obige Form als Stichotricha remex aufgeführt, dagegen aus meiner Stichotricha socialis eine neue Gattung Schizosiphon gemacht, was mir doch nicht geboten erscheint.

[4] Die nachfolgenden Resultate sind im Wesentlichen schon im Zool. Anzeiger Nr. 118 bekannt gegeben worden.

So nahm man an, dass diese Vereinigungen nur den Zweck haben sollten, die Nahrungsaufnahme zu erleichtern, wofür auch der Umstand spricht, dass die Heliozoen in diesem Zustande gewöhnlich viele Nahrungsbestandtheile enthalten.

Schon lange hatte ich die Absicht, genauer auf diese Fragen einzugehen, doch konnte ich nie genügendes Material erhalten. Vor Kurzem erst gelang mir dies, indem sich in einem kleinen Aquarium des hiesigen Institutes eine Menge Actinophrys sol entwickelt hatte.

Trotzdem war es mir nicht möglich durch meine Untersuchungen mehr Licht auf die Bedeutung der Koloniebildung bei den Heliozoen zu werfen. Aber es kamen dabei andere merkwürdige Vorgänge zur Beobachtung, über die ich kurz berichten möchte. Es sind das Verschmelzungserscheinungen, wobei im Gegensatz zur Kolonienbildung die zwei Theile vollkommen in einander aufgingen, d. h. das eine, welches zugleich das kleinere war, von dem anderen verschlungen wurde und wobei es sich herausstellte, dass abgetrennte Stücke von Actinophrys oder auch kleine Individuen ohne Kern normal zu funktioniren im Stande sind.

Einer ausgewachsenen, normal gebauten Actinophrys sol hatte sich ein viel kleineres nur mit wenigen Pseudopodien versehenes Exemplar genähert, war rasch von derselben ergriffen worden (Fig. 40 *a*) und in kurzer Zeit vollkommen in ihr aufgegangen. Nachdem die Vereinigung eine vollkommene geworden, so dass die größere Actinophrys wieder ihre runde Gestalt angenommen hatte, tödtete ich dieselbe mit Chromsäure, färbte mit Karmin und schloss in Kanadabalsam ein, wobei sich herausstellte, dass nur ein einziger Kern im Centrum des Heliozoons zu sehen war (Fig. 40 *b*).

Ich glaubte desshalb annehmen zu müssen, dass die Kerne der beiden Individuen eben so wie die Protoplasmaleiber in einander aufgegangen seien.

Um darüber ins Klare zu kommen, suchte ich den Vorgang noch einmal zu beobachten und es gelang mir auch durch Verschieben des Deckgläschens, durch Absaugen und Zufließenlassen von Wasser unter dasselbe, eine der ziemlich zahlreich vorhandenen kleinen Actinophryen einer vollkommen ausgebildeten so zu nähern, dass sie in deren Pseudopodien hängen blieb (Fig. 41 *a*). Sofort näherte sie sich rasch dem großen Exemplar oder wurde von ihm herangezogen, die Pseudopodien verschmolzen theilweise mit einander und eine Brücke von Protoplasma begann die beiden Individuen zu verbinden (Fig. 41 *b*). Im Verlauf von etwa fünf Minuten waren sie auch schon zu einem großen Theil mit einander verschmolzen. In diesem Moment wurden die Heliozoen nach oben angegebener Methode getödtet, gefärbt und zum Präparat verarbeitet. Dabei stellte sich heraus, dass das kleinere Exemplar überhaupt keinen Kern gehabt hatte. Während in der großen Actinophrys der Nucleus im Centrum durch seine dunkelrothe Färbung so deutlich wie möglich sich von dem umgebenden Protoplasma abhebt, ist in der kleineren keine Spur eines solchen zu erkennen (Fig. 41 *c*)[1]. Es war damit erklärt, warum bei dem vorhin angeführten Verschmelzungsprocess nur ein Kern in den zusammengeflossenen Heliozoen nachzuweisen war.

Ich habe später diesen Versuch zu öfteren Malen wiederholt und immer mit demselben Resultat. Es gelang mir auch große mit Kern versehene Actinophryen zur Vereinigung zu bringen, dadurch, dass ich sie künstlich zur Berührung brachte. Dabei aber ging die Vereinigung nur langsam vor sich, während sie dort ganz rasch erfolgt war; und wenn hier auch die äußeren Umrisse nicht darauf hindeuteten, dass zwei Individuen vereinigt seien, so konnte man dies an den beiden Kernen klar nachweisen. Manchmal stießen sich die beiden einander genäherten Heliozoen immer wieder ab, ein Beweis, dass die Vereinigung mit Bewusstsein geschieht, wenn man diesen Ausdruck gebrauchen kann.

Dafür spricht auch der Umstand, dass selbst die kleinen Actinophrysindividuen nicht immer aufgenommen werden. Es glückte mir einmal einem größeren Exemplar hinter einander drei solche zuzuführen, welche alle von ihm aufgesogen wurden, ohngeachtet zu gleicher Zeit auch noch mehrere grüne Nahrungsbestandtheile zur Aufnahme gelangten. Ich habe das betreffende Individuum auf Fig. 42 gezeichnet, und zwar in dem Moment, wo zwei der kleinen Theile schon fast verschmolzen sind, während der dritte schon ganz im Protoplasma der großen Actinophrys aufgegangen ist, in welcher auch die besagten grünen Körper eingebettet liegen. Dieses Individuum nun weigerte sich konstant ein viertes ihm genähertes kleines Heliozoon aufzunehmen, so oft ich es auch mit ihm in Berührung brachte, und stieß dasselbe immer wieder von sich, offenbar weil es zu einer weiteren Substanzvermehrung nicht disponirt war.

Es scheint mir nun, dass die beschriebenen Vorgänge für die Actinophryen wirklich keine andere Bedeutung haben, als eine Substanzvermehrung und dass dabei die Annahme vollkommen ausgeschlossen ist, als handele es sich hier um einen mit der Fortpflanzung im Zusammenhang stehenden Akt, also etwa eine Konjugation. Dagegen spricht wohl sofort die Thatsache, dass die erwähnten kleinen Individuen — wie ich sie nannte — keine Kerne besitzen.

---

[1] Ich bemerke hier, dass die Größendifferenz zwischen den gefärbten und den lebenden Actinophryen immer eine bedeutende ist, da erstere durch den absoluten Alkohol stark kontrahirt werden.

Dies Letztere ist merkwürdig genug und ich darf wohl darauf etwas näher eingehen: Es fragt sich zunächst, wie sind die von mir als kleine Individuen bezeichneten Wesen aufzufassen, als vollkommene Organismen, oder nicht?

Man kann darauf antworten, sie seien nichts Anderes als Zerfallprodukte größerer Actinophryen, nicht durch reguläre Theilung entstandene Abkömmlinge eines Heliozoon. Das mag wohl ganz richtig sein und ein Zerfall in unregelmäßige Stücke kommt hier und wie ich später noch zu zeigen gedenke auch bei höheren Protozoen, nämlich bei Infusorien vor. Dies hindert aber nicht, dass diese Zerfallstücke im vorliegenden Falle wirklich als Individuen aufzufassen sind.

Sehen wir uns nämlich eine solche sogenannte kleine Actinophrys näher an, so finden wir, dass sie im Grunde sich nicht wesentlich von den vollkommenen Actinophryen unterscheidet. Es giebt wenigstens Exemplare, die ganz regelmäßig gebaut sind und jedenfalls haben alle eine vollkommene Selbständigkeit. Manche bestehen allerdings nur aus einigen wenigen Vacuolen, mit spärlichem Protoplasma umgeben, aus dem ein oder zwei Fortsätze sich erheben (Fig. 44). Der größte Theil aber hatte eine annähernd runde Gestalt. Vacuolen und Protoplasma waren ähnlich vertheilt wie im ausgebildeten Thier und es strahlten zahlreiche Pseudopodien oft in regelmäßiger Anordnung vom Rande aus.

Zudem sind die Funktionen solcher Wesen die nämlichen, wie die der kernhaltigen Actinophryen. Sie bewegen sich selbständig vom Platze, sie zeigen einen lebhaften Wechsel in den Pseudopodien, in ihrem Inneren sieht man Nahrungskörper liegen (Fig. 40), auch die großen Vacuolen sieht man manchmal, in welchen große Nahrungsbestandtheile verdaut werden (Fig. 43).

Schließlich fehlt auch sehr häufig die kontraktile Vacuole nicht (Fig. 46 *a*), welche in derselben Weise rhythmisch pulsirt, wie beim normalen Thiere. Muss man da nicht diese kernlosen Formen als selbständige Individuen bezeichnen? Man kann mir einwenden, dass gerade an der Art, wie die Verschmelzung vor sich gehe, die unvollkommene Selbständigkeit der kleinen Theile sich zeige, da sie ja nur wie eine andere Beute verschlukt würden. Nun ist aber das letztere nicht richtig, denn das kleine Thier behält, bis es in dem anderen aufgegangen ist, die Fähigkeit bei, Pseudopodien auszustrecken (Fig. 41 etc.), und dann können auch zwei kernlose Actinophryen einander anziehen und sich vereinigen.

Zunächst brachte ich zwei kleine Thiere zusammen (Fig. 47 *a*) und beobachtete, dass sie sich sehr rasch anzogen und zu einer Masse verschmolzen, die sich bei der Präparation natürlich als kernlos erwies (Fig. 47 *b*). Ein ander Mal veranlasste ich die Vereinigung zweier ungleich großer Heliozoen, wovon ich die kleinere für kernlos, die größere für normal und kernhaltig hielt; bei beiden pulsirte die Vacuole sehr deutlich (Fig. 46 *a*). Ganz eben so wie in den früher beschriebenen Fällen verlief auch hier die Verschmelzung. Ich wartete nun bis das kleine Thier ganz in dem großen aufgegangen und dieses wieder die runde Gestalt angenommen hatte, und färbte dann mit Karmin (Fig. 46 *b*). Zu meinem Erstaunen zeigte sich kein Nucleus; es war also auch das größere der beiden Heliozoen, welches sich ganz wie ein normales Individuum verhalten hatte, kernlos gewesen. Eine Täuschung durch ungenügende Einwirkung der Reagentien kann nämlich bei diesen Beobachtungen nicht vorliegen, da ja immer andere Exemplare und auch allerlei sonstige Protozoen unter demselben Deckglas vereinigt liegen, an welchen sich die Kerne sehr intensiv gefärbt haben. Beweisend ist dafür auch der Fall, den ich auf Fig. 45 dargestellt habe: Zwei ganz gleich gebaute sehr vacuolenreiche Actinophryen hatten sich vereinigt und begannen zu verschmelzen (Fig. 45 *a*); ich unterbrach aber den weiteren Fortgang des Processes, färbte die Masse, als sie etwa eine Biskuitform angenommen hatte und es stellte sich heraus, dass nur eines der Thiere einen Kern besaß (Fig. 45 *b*), während in dem Körper des anderen keine Spur eines solchen zu bemerken war.

Nach alledem dürfen wir also wohl den Satz aussprechen, dass die Abwesenheit des Kernes bei der Actinophrys das Protoplasma nicht verhindert, in normaler Weise zu funktioniren.

Bei den Moneren sind wir, trotzdem sie ja keinen Kern besitzen, gewöhnt, alle Lebenserscheinungen am Protoplasma ablaufen zu sehen, aber bei Protozoen, bei welchen die Anwesenheit eines Kernes das Normale ist, hätte man von dem Letzteren einen größeren Einfluss auf das Protoplasma erwartet.

Es folgt daraus also, dass der Kern keine Bedeutung für diejenigen Funktionen des Zellenkörpers hat, welche nicht direkt in Beziehung zur Fortpflanzung stehen, also zur Bewegung (Pseudopodienbildung), zur Nahrungsaufnahme, Exkretion (Pulsation der kontraktilen Vacuole) und zum Wachsthum; auch auf die äußere Gestalt kann er einflusslos sein (vgl. Fig. 43, 45 und 46).

Was den angeführten Verschmelzungsprocess selbst betrifft, so habe ich schon oben bemerkt, dass er für die Actinophrys kaum eine andere Bedeutung haben kann, als die einer Substanzvermehrung durch

Aufnahme der im Wasser enthaltenen kernlosen Individuen; gerade so wie auf einen Weltkörper Trümmer anderer seines Gleichen fallen, die im Weltenraume rotiren, wenn dieser Vergleich gestattet ist. Und Trümmer scheinen es auch zu sein, mit denen wir es hier zu thun haben, also Stücke von Heliozoen, die nicht durch reguläre Theilung entstanden sind, sondern durch Zerfall, durch vielfache Spaltung normal gebauter Individuen.

Ich werde vielleicht später einmal darauf zu sprechen kommen[1], dass ein solches Zerreißen in kleine Fetzen bei Infusorien eine sehr häufige, wenn nicht sogar regelmäßig temporäre Erscheinung ist; und dasselbe gilt nach meinen Erfahrungen eben so für Actinophrys unter den Heliozoen. Schon früher habe ich dieselbe Beobachtung gemacht, ohne aber näher darauf einzugehen.

Im vorliegenden Fall hat es nun den Anschein, dass diese Zerfallstücke, welche, wie wir sahen, einen hohen Grad von Individualität besitzen können, nicht zu Grunde gehen, sondern sich allmählich wieder zu vollkommenen Actinophryen aufbauen oder in der Körpermasse anderer aufgehen.

Leider sind die Schwierigkeiten in der Behandlung und Beschaffung dieser Objekte zu groß, als dass man hoffen könnte, je ganz damit ins Klare zu kommen und etwa eine Frage zu entscheiden wie die, ob die kernlosen Individuen im Stande sind, endogen wieder einen Kern zu erzeugen. Absolut von der Hand zu weisen scheint mir diese Vermuthung nicht, besonders bei einem Heliozoon, das denjenigen Rhizopoden doch noch verhältnismäßig nahe steht, bei welchen doch einmal der erste Kern frei entstanden sein muss. Eine befriedigende Erklärung für das Zerfallen der Heliozoen — wenn wir dasselbe nicht als pathologisch auffassen wollen — vermögen wir freilich kaum zu geben, außer dass dadurch etwa eine raschere Vermehrung erzielt werden kann. Der ganze Process hat wohl einige Ähnlichkeit mit der Histolyse während der Embryonalentwicklung einiger höheren Thiere. Wie wir bei diesem Vorgang manche Zellenlagen sich vollkommen auflösen sehen, um sich später aus den Trümmern wieder aufzubauen, so zerfallen hier einzellige Organismen in kleine Stücke, die sich theils durch Zusammenschmelzen mit anderen, theils durch eigenes Wachsthum wieder zu neuen Individuen heranbilden.

Zum Schlusse muss ich noch erwähnen, dass manchmal die kleinen kernlosen Elemente bei Berührung mit den Pseudopodien der normalen Thiere ganz plötzlich aus einander platzen und in einen Körnerhaufen zerfallen, der aber trotzdem aufgenommen wird. Auf Fig. 48 ist ein solcher Fall dargestellt: Ein kleines Individuum hatte sich einer Actinophrys genähert (Fig. 48 *a*); als es in die Pseudopodien derselben verwickelt war, zerfiel es plötzlich, so dass nur noch ein unregelmäßiger Haufen von Körnern zu sehen war (Fig. 48 *b*). Diese wurden aber von den Pseudopodien des großen Individuums zusammengehalten, es bildete sich eine Kapsel von Protoplasma um den Trümmerhaufen (Fig. 48 *c*) und derselbe wurde nun allmählich in den Körper der Actinophrys hereingezogen (Fig. 48 *b*), in welchem er bald vollkommen aufgegangen war.

---

[1] Diese Untersuchungen sind seither noch nicht zu der Vollkommenheit gediehen, dass ich sie hier anführen möchte.

Freibuurg i/B., im Juli 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

Fig. 1—6. Pachymyxa histrix.

Fig. 1. Eine mittelgroße Pachymyxa mit ausgestreckten Pseudopodien, lebend. Man sieht die kleinen Stäbchen der Hülle, welche dem Rhizopoden bei durchfallendem Licht eine braune Farbe verleihen. Über die Oberfläche regelmäßig vertheilt liegen die Poren für den Durchtritt der Fortsätze.

Fig. 2. Eine mittelgroße Pachymyxa in Kanadabalsam eingeschlossen, mit Osmium getödtet und Pikrokarmin gefärbt. Die Hülle hat sich vom Protoplasma abgehoben. Letzteres ist schwach gefärbt und man bemerkt in ihm amöbenartige Körperchen, vielleicht Schwärmsprösslinge.

Fig. 3. Eine Pachymyxa, eben so präparirt; an einer Stelle ist die Hülle in Oberflächenansicht gezeichnet, sonst im optischen Schnitt. Im Inneren liegen die kernartigen rothen Körperchen.

Fig. 4. Ein Exemplar, lebend, welches sich in seinem mittleren Theil um sich selbst aufgerollt hat. An den beiden Enden treten Pseudopodien aus.

Fig. 5. Eine Pachymyxa, die wahrscheinlich in Theilung begriffen ist.

Fig. 6. Ein kleines Stück der Oberfläche einer Pachymyxa, welche in oben angegebener Weise präparirt worden ist. Das Protoplasma zeigt zwei Schichten, eine innere, hellere mit Körnchen und kernartigen Körpern und eine äußere hyaline, dunkel gefärbte, aus welcher das Pseudopodion austritt. (Gezeichnet, so lange das Präparat noch in der Farbflüssigkeit lag.)

Fig. 7—11. Vermuthlich nackte Varietät der Pachymyxa hystrix.

Fig. 7. Zwei mit einander verschmolzene Exemplare, lebend; das größere saugt die Nahrungsmasse des kleineren in sich auf. Das Große zeichnet sich durch die scharfe Trennung von einer äußeren und inneren Protoplasmaschicht und durch die Regelmäßigkeit der ersteren aus. An der Peripherie treten in gleichmäßigen Abständen Pseudopodienkegel mit Pseudopodien auf.

Fig. 8. Ein anderes Exemplar von unregelmäßigerer Gestalt, lebend, mit vielen Nahrungsballen im Inneren.

Fig. 9. Ein kleines Individuum, auf die bekannte Weise präparirt. Es hat sich eine feine Haut abgehoben, welche die Umrisse des darunter liegenden Körpers wiederholt. An letzterem haben sich mehrere Pseudopodienkegel und auch einige Scheinfüßchen erhalten.

Fig. 10. Ein Theilungsstadium. Im Protoplasma sind Vacuolen und die roth gefärbten kernartigen Körper zu sehen.

Fig. 11. Ein sehr kleines Exemplar, lebend, mit höchst regelmäßiger Anordnung der Pseudopodienkegel.

Fig. 12—16. Amoeba obtecta.

Fig. 12. Eine Amoeba obtecta, lebend, in ihrer bräunlichen Hülle, aus deren Öffnung Pseudopodien austreten.

Fig. 13. Eine Amoeba obtecta, lebend, bei welcher man die innerste, festere Schicht der Hülle deutlich sieht. Am Protoplasma bemerkt man einen hinteren körnigen und einen vorderen hyalinen Theil.

Fig. 14. Ein ebensolches Exemplar, an dem der Kern durch Pikrokarminfärbung hervortritt.

Fig. 15. Zwei, wahrscheinlich durch Theilung entstandene Individuen mit zusammenstoßenden Gehäusen.

Fig. 16. Eine Ansammlung von zahlreichen Amöben, zwischen welchen allerlei Zerfallmasse eingestreut liegt. Kanadabalsampräparat.

Tafel III.

Fig. 17—20. Stichotricha mit fadenförmigen Kolonien.

Fig. 17. Spitze eines Fadens mit einer großen Anzahl von Infusorien, welche aus der Gallertmasse hervorragen.

Fig. 18. Verzweigte Fäden vom Grunde des Aquariums in natürl. Größe.

Fig. 19. Zwei am Wasserspiegel hängende Fäden in natürl. Größe.

Fig. 20. Einzelne Stichotricha mit den Chlorophyllkörpern im Inneren.

Fig. 21. Stichotricha, welche unregelmäßige, handförmige Kolonien bildet.

Fig. 22—28. Stichotricha urnula (Chaetospira).

Fig. 22. Eine Stichotricha in ihrem flaschenförmigen Gehäuse, den vorderen Theil des Körpers halsartig verlängert. Am Peristom nimmt man den membranösen Saum deutlich wahr.

Fig. 23. Ein anderes Exemplar mit noch mehr verlängertem Hals.

Fig. 24. Zwei durch Theilung entstandene Individuen in einer Hülle.

Fig. 25. Eine Stichotricha, bei welcher eben die Wimpern am hinteren Körperende wie Pseudopodien zum Anheften funktioniren.

Fig. 26 und 27. Gefärbte Exemplare mit verschiedener Stellung der beiden Kerne zu einander.

Fig. 28. Eine Kolonie von Stichotricha urnula.

Fig. 29—39. Spongomonas guttula.

Fig. 29. Eine Kolonie der Spongomonas von der Seite gesehen, an welcher sie angeheftet war. Man bemerkt in der Mitte die Öffnung, durch welche man ins Innere der Blase sieht. Von ihr strahlt ein Kranz kleiner Röhren aus.

Fig. 30. Mehrere Kolonien von verschiedenem Umfang am Wasserspiegel hängend, in natürlicher Größe.

Fig. 31. Eine große Blase in natürlicher Größe.

Fig. 32. Die Körnchen, welche die Hauptmasse des Stocks ausmachen.

Fig. 33. Einzelne Röhren, an deren Enden die Flagellaten sitzen.

Fig. 34. Äußerster Rand einer Blase mit den kleinen durch Pikrokarmin gefärbten Infusorien in den Röhren.

Fig. 35. Dieselbe Partie von einer lebenden Kolonie, schematisirt.

Fig. 36. Ein kleines Stück der Oberfläche eines Thierstocks. Die Infusorien, resp. ihre Kerne, sind roth gefärbt.

Fig. 37. Eine kleine, nur aus vier Individuen bestehende Kolonie, lebend.

Fig. 38. Eine Spongomonas, lebend, mit ihren Geißeln.

Fig. 39. Zwei Exemplare, bei welchen der Kern roth gefärbt worden ist.

Tafel IV.

Fig. 40—48. Verschmelzungsvorgänge bei Actinophrys sol.

Fig. 40. *a*, eine große und kleine Actinophrys beinahe verschmolzen; *b*, nach der Verschmelzung; nur ein Kern vorhanden.

Fig. 41. *a*, eine große und eine kleine Actinophrys künstlich zusammengebracht; die Pseudopodien vermengen sich; *b*, die Vereinigung beginnt, indem eine Plasmabrücke sich zwischen den beiden Individuen ausdehnt; *c*, die beiden Actinophryen in diesem Moment getödtet und gefärbt; die kleinere hat keinen Kern.

Fig. 42. Eine Actinophrys, welche drei kleine Exemplare aufgenommen; zwei davon sind noch sichtbar; außerdem hat sie einige grüne Nahrungskörper hereingezogen.

Fig. 43. Eine kleine Actinophrys mit Nahrungsvacuole und von regelmäßiger Gestalt, welche sich bei der Präparation als kernlos erwies.

Fig. 44. Ein ganz kleines Bruchstück mit drei Pseudopodien.

Fig. 45. *a*, zwei gleichartig gebaute Actinophryen verschmelzen mit einander; *b*, dieselben, vor der Vereinigung getödtet und gefärbt; nur die eine hatte einen Kern.

Fig. 46. *a*, eine große und eine kleine Actinophrys, beide mit pulsirenden Vacuolen (*vc*), verschmelzen mit einander; *b*, nach erfolgter Vereinigung und darauf folgender Tinktion zeigt sich, dass keine der beiden Heliozoen einen Kern besessen hatte.

Fig. 47. *a*, zwei kleine Actinophryen nähern sich eins dem anderen; *b*, dieselben nach der Verschmelzung tingirt.

Fig. 48. *a*, einer großen Actinophrys nähert sich ein kleines Exemplar; *b*, bei der Berührung mit den Pseudopodien der größeren zerfiel die kleine Actinophrys zu einem Haufen Körner; *c*, die Körner werden vom Protoplasma der ersteren umschlossen, um dann allmählich in ihren Körper hineingezogen zu werden.

Über das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene nebst einem Anhange über das Riechorgan.

Von

Paulus Schiemenz aus Halle a/d. Saale.

Mit Tafel V—VII.

Es ist wohl kaum über ein Insekt schon so viel geschrieben worden, als über die Honigbiene, Apis mellifica; und zwar nicht nur von denen, welche aus der Kultur derselben einen materiellen Vortheil ziehen oder die Bienenzucht aus Liebhaberei betreiben, sondern auch von berühmten Zoologen, wie LEYDIG, LEUCKART und v. SIEBOLD. Und dies ist sehr natürlich, da die Honigbiene als das höchststehende und von der Natur mit so außerordentlichen Kunsttrieben begabte Insekt auch in zoologischer Hinsicht ein nicht geringes Interesse in Anspruch zu nehmen berechtigt ist. Gewiss wird aber noch mehr denn noch einmal so viel geschrieben werden müssen, ehe wir uns rühmen können, über den Bau und das Wesen der Honigbiene vollständig orientirt zu sein.

So möge denn auch diese kleine Arbeit, welche ich gleich von vorn herein als eine unvollständige und noch nicht abgeschlossene bezeichnen muss, einen, wenn auch nur ganz geringen, Beitrag zur Naturgeschichte nicht nur der Honigbiene, sondern der Bienen überhaupt liefern.

Aufgefordert von meinem hochgeehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Professor Dr. LEUCKART, unternahm ich es, auf Grund erneuter Untersuchungen die Frage: Woher kommt der Futtersaft, mit welchem die Honigbiene ihre Maden, Königin und Drohnen füttert? womöglich zu entscheiden.

Die Erfahrung, dass die Honigbiene ihre Larven mit einer aus dem Munde erbrochenen Masse füttert, ist sehr alt, und schon SWAMMERDAM[1] hielt desshalb mit den erfahrensten Bienenzüchtern seiner Zeit diesen Futtersaft für mel salivarium sive eructatum, der vorher in den Bienenleibern auf eine ganz bestimmte Art zubereitet worden sei. Dies ist wohl auch stets die Ansicht der meisten Bienenzüchter nach SWAMMERDAM's Zeit gewesen; freilich hatte hier die Fabel ein weites Feld. Erst in den letzten Jahrzehnten bemächtigte sich die Wissenschaft dieser Frage und so wurde endlich der Weg gebahnt, auf welchem diese so höchst interessante Frage nach dem Woher? des Futtersaftes allein gelöst zu werden vermag.

---

[1] SWAMMERDAM, Biblia naturae. p. 400.

DÖNHOFF[1] wies durch chemische Reaktionen nach, dass wenigstens $^9/_{10}$ des Futtersaftes aus thierischem Eiweiß bestehen und hielt ihn desshalb für das Sekret einer wahrscheinlich im Schlund oder in der Speiseröhre gelegenen Drüse.

LEUCKART[2] untersuchte den Futtersaft mikroskopisch und fand ihn bestehend aus einer formlosen aber zähen, gummiartigen Masse, in die zahllose feine Körnchen von zum Theil fettartigem Aussehen eingebettet waren. Da der durch die Verdauung des Pollens im Chylusdarm bereitete Speisebrei ein ganz ähnliches Aussehen zeigte, trug LEUCKART kein Bedenken, beiderlei Stoffe zu identificiren und den Futtersaft für nach außen geschafften Speisebrei zu halten.

DÖNHOFF[3] untersuchte nun auch den Speisebrei und fand, dass derselbe gleichfalls aus Proteinstoffen, vermischt mit einer braunen Fäkalmasse, bestehe. Um die Identität von Futtersaft und Speisebrei nachzuweisen, sperrte er zu gleicher Zeit zwei Bienenvölkchen ohne Pollen ein und reizte durch starke Fütterung mit Zuckerwasser die Königin des einen zur Eierlage. Er schnitt dann von Bienen beider Völkchen Chylusdärme auf und fand den Inhalt derselben bei den brütenden Bienen auffallend wässeriger und weniger eiweißhaltig, als bei den nicht brütenden Bienen. Die Verminderung des Eiweißgehaltes bei den ersteren setzte er auf Rechnung der Futtersaftabgabe, und die Identität des Futtersaftes mit dem Speisebrei schien ihm erwiesen. Auch Fett, welches LEUCKART als feine Körnchen im Futtersaft beschrieben hatte, wies er im Inhalte des Chylusdarmes nach[4].

Später[5] machte DÖNHOFF die Bemerkung, dass im Futtersaft eine freie Säure enthalten sei; da nun aber der Inhalt des Chylusdarmes neutral oder sehr schwach sauer reagirte, so vermuthete er, dass die Säure von beigemischtem Speichel herrühre. Dies wurde ihm um so wahrscheinlicher, als er sah, dass, wenn man den Kopf einer Biene stark drücke, Speichel von intensiv saurer Reaktion zwischen den Kiefern hervorträte.

---

[1] Eichstädter Bienenzeitung. Jahrg. 1854. p. 260 nebst Ergänzung im Jahrg. 1855. p. 215.

[2] Ebendaselbst. Jahrg. 1855. p. 199.

[3] Ebendaselbst. Jahrg. 1855. p. 242.

[4] Ebendaselbst. Jahrg. 1856. p. 28.

[5] Ebendaselbst. Jahrg. 1856. p. 232.

Im Jahre 1858[1] erhielt **Dönhoff** von **Leuckart** die Privatmittheilung, dass sich im Kopfe der Bienen, namentlich stark bei den Arbeitern entwickelt, zwei Paare von Speicheldrüsen befänden, welche eine saure Reaktion zeigten und wahrscheinlich bei der Bereitung des Futtersaftes in Betracht kämen. **Dönhoff** nahm daher den Chylusdarminhalt von Bienen und ließ ihn längere Zeit stehen, um zu sehen, ob sich etwa durch Gährung eine freie Säure in dem Speisebrei bildete. Das Resultat war ein negatives, und so blieb denn Nichts weiter übrig, als die im Futtersaft sich befindende Säure als herrührend von den eben erwähnten Speicheldrüsen anzunehmen. Eben so konstatirte **Dönhoff**, dass auch dem Honig beim Einsaugen, resp. Erbrechen eine Säure beigemischt werde.

Ein längerer Aufsatz erschien im Jahre 1871 von **Fischer**[2], welcher für die Speicheldrüsen nicht nur eine Betheiligung an der Futtersaftproduktion in Anspruch nahm, sondern sie als alleinige Erzeuger desselben hinstellte und dem Chylusdarm jedwede Beziehung zu demselben absprechen zu können glaubte. Es schien ihm nämlich unwahrscheinlich, dass die vom Magensaft gelösten Stoffe nicht auch unbedingt und widerstandslos der Resorption erliegen sollten, sondern dass eine Unterbrechung oder willkürliche Arbeitseinstellung in der Aufsaugung derselben eintreten solle, zumal **Dönhoff** gezeigt habe, dass die Absorption in dem Chylusdarme der Bienen mit einer außerordentlichen Schnelligkeit erfolge. Es fände sich ferner auch in den Chylusdärmen von Neugeborenen, Königin und Drohnen, obgleich sie nicht fütterten, derselbe Speisebrei vor; und es wäre doch wunderbar, dass der Futtersaft trotz der verschiedenen Färbung des Chylusdarminhaltes stets dieselbe weiße Farbe besitze. Endlich habe man auch nie Futtersaft auf dem Wege vom Chylusdarm nach dem Munde angetroffen. Es müsse also der Futtersaft das Sekret einer Drüse oder absondernden Fläche sein, ähnlich wie das Wachs; denn nur so wäre es verständlich, dass die Bienen auch ohne Pollenzehrung im Stande seien, längere Zeit Brut zu ernähren und den Futtersaft zu produciren, schließlich aber dadurch abmergelten. Zugleich gab **Fischer** eine freilich nur unvollständige Beschreibung von System I und III der Speicheldrüsen. Ersterem, für das ja auch die saure Reaktion sprach, schrieb er die Bereitung des Futtersaftes zu.

[1] Eichstädter Bienenzeitung. Jahrg. 1858. p. 204.

[2] Ebendaselbst. Jahrg. 1871. p. 130 ff.

Da es nun allbekannt war, dass die jungen Bienen, nachdem sie sich hinlänglich gekräftigt haben, die Brutgeschäfte, speciell die Bereitung des Futtersaftes, besorgen und erst später auf Tracht ausfliegen, stellte Fischer Vergleiche zwischen der Beschaffenheit von System I bei Brutbienen und Trachtbienen an, und machte dabei die äußerst wichtige und sehr für seine Theorie sprechende Beobachtung, dass bei den Brutbienen die betreffende Drüse ein volles saftiges Organ darstellte, dagegen bei »alten abgeriebenen, fadenscheinigen Subjekten« dermaßen zusammengesunken war, dass ein von Fischer auf 2 cmm geschätzter Hohlraum im Kopfe entstanden war. Und in der That, der Unterschied in der Beschaffenheit dieser Drüse zwischen den beiden Altersstufen ist ein ungeheuer auffallender. Von Fischer angestellte vergleichende Wägungen ergaben denn auch, dass der Kopf einer Brutbiene durchschnittlich 1,93 mg schwerer ist als der Kopf einer Trachtbiene. Wenn nun aber Fischer dieses Mehrgewicht ganz und gar der stärkeren Entwicklung des Drüsensystems I zuschreibt, so scheint mir dieses doch etwas zu weit gegangen zu sein, da sich außer den anderen Geweben noch zwei Paare von Speicheldrüsen (System II und IV) im Kopfe befinden, welche doch auch mit in Rechnung gezogen zu werden verdienen. Dies ist denn auch der Grund gewesen, wesshalb ich eine Wiederaufnahme der Untersuchungen für ersprießlich erachtete. Dass dieses System I bei Drohnen und Königinnen fehlt, wie Fischer richtig fand, spricht ja allerdings sehr für seine Anschauungsweise.

Schon vor dem Erscheinen der Abhandlung Fischer's hatte übrigens auch Leuckart[1] seine Ansicht geändert und seine Chymustheorie aufgegeben. Auch er schrieb die Bereitung des Futterbreies nur noch den Speicheldrüsen zu.

Obwohl nun die von Fischer angeführten Gründe es als höchst wahrscheinlich erscheinen lassen, dass 1) der Futtersaft nicht aus dem Magen kommt, und dass 2) besonders System I der Speicheldrüsen an der Bereitung des Futtersaftes betheiligt ist, dürfte es doch noch erwünscht sein, einen anatomischen zwingenden Grund zu finden, welcher den Chylusdarm von der Bereitung des Futtersaftes vollständig ausschließt. Andererseits ist auch noch festzustellen, ob und in welcher Weise die anderen Speicheldrüsensysteme sich an der Futtersaftproduktion betheiligen. Ich habe desshalb zunächst den Darmtractus einer abermaligen Prüfung unterzogen, und sodann die Speicheldrüsen mit besonderer Berücksichtigung der beiden verschiedenen Geschlechter der Bienen und der übrigen zum Theil solitär lebenden Arten eingehend in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen.

---

[1] Eichstädter Bienenzeitung. Jahrg. 1871. p. 230. Leuckart hatte schon 1868 seine darauf bezüglichen Verbesserungen an v. Berlepsch, der damals mit den Vorbereitungen zur zweiten Auflage seines bekannten Bienenbuches beschäftigt war, mitgetheilt, auch schon früher in seinen Vorlesungen den Futtersaft als Sekret der Speicheldrüsen bezeichnet.

Eine vollständige Lösung der wichtigen Frage nach der Herkunft des Futtersaftes würde wohl am sichersten durch genaue chemische Analysen herbeigeführt werden können; allein dieser setzen sich ganz gewaltige Schwierigkeiten entgegen. Den Futterbrei, den man in genügender Menge sammeln kann, hat Schlossberger[1] analysirt. Es ist aber wohl ein Ding beinahe der Unmöglichkeit, von den einzelnen Drüsen so viel Sekret zu gewinnen, dass es chemisch verarbeitet werden kann, und die Analyse der Drüsen selbst würde ein nur wenig genaues Resultat liefern.

Wenden wir uns also zunächst zur Beschreibung des

Darmtractus.

Der Darmkanal findet sich schon mehrfach beschrieben und abgebildet, so bei Swammerdam[2], Treviranus[3], Brandt und Ratzeburg[4], Léon Dufour[5], Réaumur[6] und Anderen. Makroskopisch betrachtet lässt er deutlich vier Theile erkennen: eine enge, sich an ihrem hinteren Ende in einen Sack erweiternde Speiseröhre (Taf. V, Fig. 1 *oe*, *v*), den Chylus- oder Magendarm (*c*), mit dem vorhergehenden Theile durch einen kurzen

---

[1] Eichstädter Bienenzeitung. Jahrg. 1871. p. 230. Der Futtersaft zeigte:

Qualitativ: Viel in Äther löslichen Stoff, mit verdünntem Kali nicht verseifbar: Wachs, Spuren glycerinhaltigen Fettes, Zucker wenig.

In Kali lösliche Substanz, aber keine bedeutende Menge von Proteinstoff. Dagegen eine mit brauner Farbe in Kali lösliche Materie, welche durch Säuren daraus nicht abgeschieden wurde.

Quantitativ: Wasser (bei 120°)	19,17
In Äther lösliche Stoffe (Wachs und wenig Fett)	21,78
In 82% Alkohol lösliche Stoffe (Zucker und Extraktivstoffe)	2,60
In verdünntem Kali lösliche Materien (wenig Protein, bräunlicher Farbestoff etc.)	16,29
Unlöslicher Rückstand (Haare, Pollen, Pflanzentheile etc.)	40,16
	100,00

[2] Biblia naturae. Taf. XVIII, Fig. 1.

[3] G. R. u. L. Chr. Treviranus, Vermischte Schriften. Bd. II. Hft. 2. Taf. XIV, Fig. 3. Bombus terrestris.

[4] Darstellung und Beschreibung der Thiere etc. Bd. II. Taf. XXV, Fig. 29.

[5] Mém. prés. par div. sav. à l'Acad. des Sciences de l'Inst. de France. Scienc. math. et phys. Tom. VII. Taf. V, Fig. 48.

[6] Mém. pour servir à l'histoire des Ins. Tom. V, mem. 8. pl. 30.

Hals (*h*) zusammenhängend, den Dünndarm (*d*) und endlich das Rectum oder den Mastdarm (*r*).

Die Speiseröhre durchsetzt sowohl Kopf als Thorax als ein mit nur sehr engem Lumen versehener Kanal, und erst im Abdomen angekommen erweitert sie sich zu einer sehr dehnbaren Blase, dem Honigmagen, an welcher etwas excentrisch gelagert sich das halsartige Verbindungsstück befestigt. An diesem vordersten Theile des Darmkanales erkennt man, wie überhaupt an Insektendärmen[1] mit dem Mikroskope deutlich mehrere Schichten. Das Lumen begrenzt nach innen eine mäßig zarte Intima (Taf. V, Fig. 2 *iv*). Dieser befindet sich eine nur spärlich entwickelte Zellschicht (*zv*) aufgelagert, von deren Zellen man die Grenzen nicht erkennen kann, zumal die folgende Muskelschicht durch ihre Kontraktion die Wandungen der Honigblase in viele unregelmäßige Falten knittert. Wohl aber erkennt man, besonders nach Anwendung von Färbemitteln, die kleinen Kerne der Zellen deutlich. Dem Lumen abgewendet liegt auf der Zellschicht eine kaum wahrnehmbare Membran, die Propria auf. Nach außen von dieser befindet sich die schon erwähnte Muskelschicht, die sich in eine innere Ringlage (*qv*) und eine äußere Längslage (*lv*) scheidet. Eine fünfte Membran[2] habe ich nicht finden können. Eine sekretorische Funktion dürfte dem Honigmagen wegen seiner so äußerst schwach entwickelten Zellschicht kaum zukommen.

Öffnet man den Honigmagen, so findet man schon mit unbewaffnetem Auge an seinem hinteren Ende, da, wo der halsartige Verbindungstheil von ihm abgeht, ein ungefähr kegelförmig hervorspringendes Gebilde, das deutlich eine Zusammensetzung aus vier Klappen erkennen lässt. Die genaueste Beschreibung dieses Verbindungsstückes, dessen Gesammtheit wohl passend als Zwischendarm bezeichnet werden könnte, habe ich bei Léon Dufour[3] gefunden, welcher schon deutlich die drei denselben zusammensetzenden Theile, die ich Verschlusskopf (Taf. V, Fig. 2 *b—a*), Hals (*a—it*) und Zapfen (*it—g*) nennen möchte, erkannt hat. Gemissdeutet aber hat er die Bestimmung dieses Apparates, indem er demselben die Aufgabe zuschrieb, die genossene Speise noch einmal zu bearbeiten. Diese Ansicht hegte man wohl im Allgemeinen[4] bezüglich des Zwischendarmes und nannte ihn desshalb auch Vormagen. Allein Plateau[5] zeigte durch seine Untersuchungen, dass dieser Theil des Darmtractus eine andere Funktion habe, nämlich die, zu verhindern, dass die im Saugmagen oder dessen Äquivalenten enthaltenen Nährstoffe zu schnell in den absorbirenden Magendarm eintreten, und ihnen nur ein allmähliches Übertreten zu gestatten, zugleich aber bei den Kontraktionen des Magendarmes einen Rücktritt seines Inhaltes in den Saugmagen unmöglich zu machen[1]. Dies trifft auch für die Biene vollkommen zu, allein der Hauptzweck des Zwischendarmes muss hier wohl in einer gänzlichen Absperrung des Honigmagens gegen den Magendarm gesucht werden. Eine nähere Beschreibung dieses Apparates wird diese Ansicht rechtfertigen.

---

[1] Leuckart in Wagner's Lehrbuch der Zootomie. Bd. II. p. 61.

[2] Leuckart, a. a. O. Bd. II. p. 61.

[3] l. c. p. 424 und p. 393.

[4] Vgl. Bergmann und Leuckart, Vergl. Anatomie und Physiologie. p. 113.

[5] Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les Insectes. p. 106. Leider sind dort keine näheren Untersuchungen über die Hymenopteren mitgetheilt.

Von oben betrachtet lassen die vier bereits erwähnten Klappen eine Figur erscheinen, wie sie ungefähr Fig. 3 auf Taf. V vorstellen kann, wenn man davon abstrahirt, dass diese einen Querschnitt darstellt. Zwischen den einzelnen, ziemlich dicht gegen einander konvergirenden Klappen bleibt nur eine enge ungefähr kreuzförmige Öffnung, die noch dazu durch starke, nach unten gerichtete, gelb erscheinende Borsten, welche die Klappen an den einander zugekehrten Seiten besetzen (Fig. 2 und 4 *b*), verengt wird. Schneidet man den Verschlusskopf und Hals der Länge nach auf, so erhält man ein Bild, wie es Fig. 4 darstellt. Ein jeder der vier den Verschlusskopf zusammensetzenden Theile lässt sich in drei Abschnitte zerlegen, deren wesentlichster das an den oberen seitlichen Rändern mit Borsten besetzte ungefähr dreieckige Stück (*w s w*), die eigentliche Klappe ist. Nach unten setzt sich die Klappe kontinuirlich in einen ungefähr parallele Seitenränder besitzenden Anhang (*f*) fort. Sowohl Klappe als wie dieser Fortsatz springen mit ihrer Mittellinie (*f*) bauchartig in das Lumen hinein, wie es Fig. 3 von der Klappe und Fig. 5 vom Fortsatz bei *i* zeigt. Dadurch entstehen natürlich zwischen den einzelnen Klappen und deren Fortsätzen Lücken (*n* in Fig. 4), die an der Stelle (*w*), wo die Klappen am breitesten sind, etwas eingeengt und so in zwei Hälften getheilt werden. In diesen Einsenkungen erheben sich wieder nach innen vorspringende unregelmäßige Längswülste (Fig. 4 m_1 und m_2, Fig. 5 *m*). Da wo die Einsenkungen zwischen den Fortsätzen (*f*) der Klappe aufhören (bei *a*), werden auch diese flacher, so dass schließlich wieder das Lumen des Halses einen runden Querschnitt bekommt. Seitlich und oben an die Klappen heftet sich, als unmittelbare Fortsetzung derselben, eine zartere Membran (*h*), welche gleichfalls mit nach hinten gerichteten Borsten versehen ist. Mit ihrer

---

[1] Indessen soll hiermit nicht in Abrede gestellt werden, dass das betreffende Gebilde unter Umständen auch wirklich ein Kaumagen ist. Vgl. Wilde's Untersuchungen über den Kaumagen der Orthopteren im Archiv für Naturgeschichte. ahrg. 43. Bd. I. 1877. p. 135.

Rückenwand geht diese Membran allmählich und unmittelbar in die innere Duplikatur des Honigmagens über (Fig. 2 *h*).

Wie alle Darmtheile weist natürlich auch der Verschlusskopf und die ihm folgenden Theile des Zwischendarmes die bereits erwähnten vier Schichten, wenn auch in höchst eigenthümlicher, zweckentsprechender Weise modificirt, auf. Um sich über die vier Schichten zu orientiren, ist es unerlässlich sowohl Längs- als Querschnitte anzufertigen. Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt, ungefähr der punktirten Diagonallinie in Fig. 3 entsprechend. Die Intima (*i*) des eigentlichen Verschlusskopfes besitzt eine enorme Dicke, welche in derselben Weise, wie die ihr aufliegende Zellschicht (*z*), an der oberen Spitze (*b*) sehr dünn ist, dann bis zur Mitte des Verschlusskopfes hin an Mächtigkeit zunimmt, um von da an allmählich wieder abzunehmen, so dass sie ungefähr an der Stelle, wo der Honigmagen aufhört und der Hals beginnt (*a*), ihre normale Stärke wieder erreicht hat. Der Zellschicht aufliegend findet sich ein aus vielen einzelnen Muskelfasern zusammengesetzter Längsmuskel (*l*). Diesem wieder aufgelagert ist ein außerordentlich starker Ringmuskel (*q*), ebenfalls aus vielen einzelnen Fasern bestehend. Darauf folgt wieder eine spärlicher entwickelte Längsmuskelschicht (*lc*), welche aber eigentlich zum Magendarm gehört und nur hier oben ihren Ansatzpunkt aus einem später zu erörternden Grunde findet. Die letzte Längsmuskelschicht wird von der inneren Duplikatur des Honigmagens bedeckt.

Der sich an den Verschlusskopf anschließende Hals zeigt von dem unteren Ansatzpunkte der Längsmuskeln des Verschlusskopfes und des Honigmagens (*a*) an eine zartere Intima, welche sich zugleich von der ihr zugehörigen Zellschicht entfernt, so dass diese der Propria aufsitzend nach der Intima zu in ihrer Form nicht beeinflusst wird. In Folge dessen lässt ein Theil ihrer Zellen ihr freies, sich abrundendes Ende birnähnlich in den freien Raum zwischen sich und der Intima hineinhängen (z_1). Nur die Ringmuskulatur des Verschlusskopfes setzt sich auf den Hals fort und hört, allmählich abnehmend, am Anfange des Magendarmes und Zapfens auf (*it*). Der Zapfen, welcher, wie bereits Dufour[1] erwähnt, eine lange Strecke in den Magendarm hineinhängt, zeigt das schon beim Halse beschriebene Verhalten von Intima, Zellschicht und Propria noch schärfer ausgeprägt. Die Intima setzt sich noch ein bedeutendes Stück weiter als die Zellschicht in den Magendarm fort (*g*). Alle drei Schichten, resp. Häute, wenden wieder nach oben um, um in der Höhe von *it* in die entsprechenden Theile des Magendarmes überzugehen. In dem Hohlraum, der so von der Duplikatur der Propria gebildet wird, finden sich in reichlicher Menge feine bindegewebige Fasern (*bi*).

---

[1] l. c. p. 394.

Aus diesen anatomischen Befunden ist es nicht schwer, die Funktionen der einzelnen Theile des Zwischendarmes zu erkennen.

Die Hauptaufgabe des Verschlusskopfes ist, bei gefülltem Honigmagen, denselben ganz gegen den Magendarm abzuschließen. Schon bei vollständig leerer Blase liegen die Klappen, wie bereits erwähnt, ziemlich eng an einander an, und die so schon an und für sich enge kreuzförmige Öffnung wird auch noch ein gutes Theil durch die Borsten (*b*) versperrt. Sammelt die Biene nun Honig, um ihn einzutragen, so hat sie nur nöthig, den so überaus stark entwickelten Ringmuskel zu kontrahiren, und der Verschlusskopf sammt Hals wird seiner ganzen Länge nach dicht geschlossen. Die Lücken (*n*) zwischen den Klappen und ihren Fortsätzen werden durch die vorspringenden Wülste (m_1 u. m_2) versperrt, und von oben her endlich lagern sich die den Klappen besonders seitlich ansitzenden Häute (*h*) auf die Ritzen zwischen denselben.

Wenn nun aber die Biene fressen will, so kann der Pollen durch die enge Ritze nicht durchdringen; es muss also die Öffnung vergrößert werden. Dies geschieht durch die Kontraktion der Längsmuskeln (*l*), welche in Thätigkeit gesetzt die Klappen so aus einander ziehen, dass dieselben einen Trichter bilden, der wohl geeignet ist den Pollen aufzunehmen. Die sonst den Verschluss mit herstellenden Borsten bilden nun für die oft mit Stacheln und Tuberkeln besetzten Pollenkörner einen passenden Gleitapparat. Da aber nach der Konstruktion des Verschlusskopfes eine verhältnismäßig große Kraft dazu gehört, die Klappen aus einander zu ziehen, ist auch eine Einrichtung getroffen, den Muskeln bei geringer Kontraktion eine verhältnismäßig große Wirkung zu verschaffen. Dies ist die Verdickung der Zellschicht ungefähr der Mitte der Muskeln entsprechend. Die Muskeln wirken so in einem nach dem Lumen offenen Winkel, wie es die punktirten Linien in Fig. 2 andeuten. Es wird auf diese Weise derselbe Effekt hervorgerufen, wie durch die Verdickung der Gelenkenden unserer Knochen[1]. Freilich sollte man nun erwarten, dass dadurch der dem Scheitel des Winkels entsprechende Theil der Intima nach innen gedrückt und so an dieser Stelle ein theilweiser Verschluss herbeigeführt würde. Dies wird aber einerseits durch die außerordentliche Stärke der Intima an dieser Stelle, andererseits durch die beinahe Hohlcylinderform der Klappen und ihrer Fortsätze (Fig. 3 u. 5) unmöglich gemacht. Endlich würde auch eine geringe Einbuchtung nicht schaden, da die Intima gerade in dieser Gegend etwas nach außen ausgebogen erscheint.

---

[1] Vgl. Bergmann und Leuckart, Vergl. Anat. etc. 1855. p. 305.

Der Hals hat den Verschlusskopf in der Abschließung des Honigmagens zu unterstützen und namentlich eine Verbindung zwischen letzterem und dem Magendarm herzustellen.

Der Zapfen kann keine andere Aufgabe haben als den Rücktritt des Speisebreies in den Honigmagen zu verhindern. Denn bei der leisesten Kontraktion der Muskeln des Magendarmes und beim Andringen des Speisebreies kollabirt nicht nur der äußerst zarte und nur aus der Intima bestehende untere Theil des Zapfens (Fig. 2 *g*) und schließt die schon an und für sich enge Öffnung, sondern auch der ganze Zapfen wird zur Seite gedrückt und zusammengepresst. Beides findet man denn auch, wenn man einen Magendarm herauspräparirt, ohne ihn zu öffnen, entwässert einschmilzt und in Schnitte zerlegt. Die in Fig. 2 abgebildete Lage und Form hat der Zapfen nur, wenn man ihn frei in Wasser flottiren lässt.

Der Chylus- oder Magendarm (Taf. V, Fig. 1 *c*), welcher seiner ganzen Länge nach ringförmige Einschnürungen aufweist, beschreibt eine von rechts nach links gewundene Schlinge. Seine Intima (Taf. V, Fig. 2 *ic*), eine unmittelbare Fortsetzung derjenigen des Zapfens, verdickt sich bald sehr stark, wird aber, um die Funktionen des Magendarmes nicht zu hemmen, von sehr dicht stehenden Porenkanälchen durchbohrt. Die Zellschicht, welche sich beim Hals und Zapfen von der Intima abgehoben hatte, legt sich da, wo der Magendarm beginnt, wieder dicht an. Dafür hebt sich aber die Propria (*pc*), nachdem sie am oberen Theile eine Art Ringsehne, an der sich ein Theil der Muskeln anheftet, gebildet hat, fast überall deutlich ab. Auf ihr liegen zunächst die Ringmuskeln (*qc*) und dann die Längsmuskeln (*lc*).

Eine besondere Beschreibung von diesen Lagen verdient die Zellschicht, da sie sich wesentlich von der der vorhergehenden Theile unterscheidet. Die Zellen zeigen sich gemäß ihrer energischen Funktion mehr entwickelt und enthalten einen großen Kern. Durch ihre Anordnung zerfallen sie, wie man sich leicht durch Längs- und Querschnitte überzeugen kann, in eine Summe von becherförmigen Gruppen (*u*), deren Basiszellen (*u*) eine kegelförmige, deren Randzellen (*t*) eine keulenförmige oder birnförmige Gestalt besitzen. Zwischen beiden Zellformen bilden die dazwischen liegenden einen allmählichen Übergang. Eine auffallende Verschiedenheit zeigt der Inhalt der Zellen. Während nämlich das Plasma der grundständigen Zellen hell und durchsichtig ist, finden sich in den Randzellen viele Fetttröpfchen. Vielleicht weist der verschiedene Inhalt auf eine Verschiedenheit der Funktion hin; es könnten z. B. die Grundzellen Sekretionszellen, die Randzellen Resorptionszellen vorstellen. Die Lage der beiden würde sich mit dieser Annahme wohl vereinigen lassen. Es würden demnach diese Becher den Taschen, wie sie sich bei vielen anderen Insekten besonders am vorderen Theile des Magendarmes finden, physiologisch gleichwerthig sein. Was dort bei der Lokalisirung durch stärkere Ausbildung erzielt wird, würde hier durch eine gleichmäßige Vertheilung über den ganzen Magendarm erreicht. In direkte Berührung mit den Nährstoffen kommen die Zellen überhaupt nicht, da zwischen beiden eine feine, vielfach gefaltete und geknitterte Membran (*r*) liegt. Eine Struktur, welche vielleicht auf ihre Herkunft hätte schließen lassen können, habe ich beim Imago nicht gefunden. Bei der Larve indessen, wo sich diese Haut ebenfalls findet, zeigte sie eine den Darmzellen entsprechende polyedrische Felderung, woraus man wohl schließen dürfte, dass sie eine von ihnen abgesonderte, vielleicht die oberste Schicht der Intima vorstellt. Der Zweck dieser Membran ist leicht zu verstehen. Die oft mit Spitzen und Zacken versehenen Pollenkörner würden, wenn sie in die Becher des Magendarmes gelangt wären, in Folge ihrer rauhen Oberfläche schwer wieder daraus zu entfernen sein, und die zurückbleibenden unverdaulichen Schalen würden allmählich die Becher verstopfen; auch würde die zarte, wenn auch dicke, Intima leicht durch dieselben verletzt werden. Alles dieses verhindert die Zwischenmembran, welche als solche der Diffusion kein Hemmnis in den Weg stellt. Diese Membran besitzt übrigens eine bedeutende Festigkeit, so dass es ein Leichtes ist, mitsammt ihr den Speisebrei aus dem Magendarm herauszuheben, ohne dass sie zerreißt. Wenn man vorsichtig verfährt, kann man sie durch Drücken von ihrem Inhalte befreien und so bequem zur Untersuchung verwenden.

Der sich an den Magendarm anschließende Dünndarm (Taf. V, Fig. 1 *d*), der vordere Abschnitt des primitiven Enddarmes, ist ansehnlich lang und bildet ebenfalls eine, aber der des Magendarmes entgegengesetzt gewundene Schlinge. An seiner Ansatzstelle an den Magendarm zeigt er eine eingekerbte nach innen vorspringende Falte und nimmt daselbst die Mündungen der Malpighi'schen Gefäße auf. Auf seiner Außenseite lässt er einige tiefe Furchen erkennen, welche dem Durchschnitte dieses Darmtheiles eine sternförmige Figur verleihen (Taf. V, Fig. 6). Die Intima zeigt an der vorderen Strecke einen Besatz von kurzen nach hinten gerichteten Borsten, welche sich nach hinten allmählich verlieren. Die Zellenschicht (*z*) ist palissadenförmig angeordnet. Die Zellen messen parallel zum Darmlumen 0,009—0,015 mm, senkrecht dazu 0,031 mm, der Kern 0,009 mm. Eine Längsmuskelschicht fehlt dem größten Theile des Dünndarmes; dafür bildet aber die kolossal entwickelte Ringmuskelschicht (*q*) zahlreiche Queranastomosen, welche also ungefähr der Längsausdehnung des Darmes parallel verlaufen und so wohl im Stande sind eine Längsmuskulatur zu ersetzen. Taf. V, Fig. 6 *l* zeigt die Durchschnitte der Queranastomosen. Am vorderen Ende bildet die Muskulatur einen starken Sphinkter, welcher die Absperrung gegen den Chylusdarm bewirkt. Innerhalb der Rinnen bemerkt man zahlreiche Fäden (*y*), welche sich meist mit verbreiterten Enden an die Zellen, resp. die Propria, festsetzen. Man könnte versucht sein, sie für Nerven zu halten, wie es mit jedenfalls sehr ähnlichen Gebilden an den Malpighi'schen Gefäßen geschehen ist, allein bei günstigen Präparaten sieht man, wie sie sich von Muskeln abzweigen und nicht selten auch in ihrem Anfange Querstreifung zeigen. Schon ihr so ungeheuer zahlreiches Vorkommen könnte gegen ihre nervöse Natur sprechen; auch ziehen ihre Ansatzstellen nicht selten die betreffenden Zellen bedeutend aus dem Niveau der übrigen heraus. Über die feinsten Verhältnisse betreffs der Ansetzung an die Zellschicht bin ich mir durch Schnitte nicht recht klar geworden. Jedenfalls scheinen sie wurzelartig zu enden. Übrigens finden sich dieselben Gebilde auch am Chylusdarm (Taf. V, Fig. 2 *y*). Die Zellenschicht, welche gegenüber derjenigen der Honigblase und des Rectums hier so stark entwickelt ist, ließ mich anfänglich vermuthen, dass dem Dünndarm noch eine besondere, sei es nun sekretorische oder absorbirende, Funktion zukomme. Es gelang mir aber nie, außer einigen ganz spärlichen und nicht in Rechnung kommenden Pollenschalen, einen Inhalt im Dünndarm zu finden, welcher zu irgend einer Vermuthung hätte Anlass geben können. Auch waren die Zellkerne etwas klein und die Zellen hatten an und für sich kein drüsiges Aussehen. Außerdem aber war die Intima bedenklich dick, ohne Porenkanäle zu zeigen. Herr Professor Leuckart sprach nun gegen mich die — auch in seinen Vorlesungen von ihm vertretene — Vermuthung aus, dass dem Dünndarm der Insekten überhaupt keine andere Funktion zukommen möchte als die, eine passende Verbindung zwischen Chylusdarm und Rectum herzustellen. Hierauf hin betrachtete ich mir meine Schnitte noch einmal und in der That schien mir jetzt Alles zu dieser Ansicht zu passen. Die dicke Intima, die kleinen Kerne in den nicht drüsig aussehenden Zellen schienen mir nun erklärlich, und die Sternform des Durchschnittes, welche ich Anfangs für eine Oberflächenvergrößerung angesehen hatte, erschien mir jetzt nur noch als ein Produkt der so stark entwickelten Muskulatur. Ferner ist zu erwägen, dass, wenn die Zellenschicht und mit ihr die Muskellage durch Kothballen aus einander getrieben werden, die Zellen sich natürlich etwas abflachen müssen und in diesem Zustande, zumal, da ihr Kern ziemlich klein ist, sich nicht allzusehr von denen des Rectums und Honigmagens unterscheiden würden. Die stete Leere und die diese bedingenden starken Muskeln sprechen ebenfalls sehr für diese Ansicht. Und endlich überzeugt ein Blick auf den Darmtractus in natürlicher Lage von der Fähigkeit des Dünndarmes, die ihm zugeschriebene Funktion in passender Weise zu erfüllen. Fig. 1 auf Taf. V zeigt die Lage der Darmtheile zu einander, wie ich sie bei mäßiger Füllung als die normale gefunden habe. Sowohl Magendarm als Rectum, und besonders letzteres, nehmen bekanntlich bei der Honigbiene mitunter ganz enorme Dimensionen an. Wären nun beide nur durch ein kurzes Verbindungsstück verbunden, so würden sie sich bei ihrer Füllung gegenseitig sehr in der Gestalt beeinträchtigen; durch einen langen Dünndarm aber verbunden, können sie sich ungehindert ausdehnen, ohne gegenseitige Gestaltsverzerrungen zu bedingen. Füllt sich der Chylusdarm, so wird er sich bestreben, eine gestrecktere Lage anzunehmen, in Folge dessen entweder die Schleife des Dünndarmes mehr zusammenziehen oder eine stärkere Krümmung des vom Rectum aufsteigenden Astes, also eine Neigung der Schleife nach unten, bewirken, das Rectum aber nicht behelligen. Dehnt sich das Rectum, so wird es die Schleife ausdehnen oder durch Krümmung des unteren Astes ebenfalls nach unten richten und so den Chylusdarm in seiner Gestalt nicht beeinträchtigen. Und faktisch trifft man die Schleife öfters in der nach unten gerichteten Lage.

Das Rectum endlich weist einen demjenigen des Honigmagens sehr ähnlichen Bau auf (Taf. V, Fig. 1 *r*). An seinem vorderen Theile finden sich sechs längliche Wülste, die sogenannten Rectaldrüsen, bezüglich deren Baues ich auf Chun[1] verweise. Nur das Eine möchte ich bemerken, dass ich das Bindegewebspolster hinter den Drüsen ziemlich stark entwickelt fand.

Nachdem wir uns nun den Darmtractus näher betrachtet haben, können wir auch eine Antwort geben auf die Frage: Kommt der Futtersaft aus dem Chylusdarm? Die Antwort ist ein unbedingtes: Nein.

Wenn schon der Honigmagen, um den Honig zu erbrechen, eine sehr starke Muskulatur besitzt, obgleich ihm kein Gebilde, wie der Verschlusskopf, hinderlich in den Weg tritt, so müsste man erwarten, dass der Chylusmagen noch viel stärkere Muskeln aufwiese, da er den Verschlusskopf zu überwinden und außerdem eine Masse, welche bei Weitem nicht so leichtflüssig ist als der Honig, in Bewegung zu setzen hätte. Diesen Anforderungen genügt aber die Muskulatur des Magendarmes durchaus nicht. Und selbst wenn sie es thäte, würde doch der Zapfen alle Anstrengungen vereiteln. Nach hinten kann die verhältnismäßig schwache Muskulatur den Darminhalt natürlich viel leichter bewegen, da sie in ihrer Wirkung durch die von vorn her neu eintretende Nahrung unterstützt wird. Ein etwaiges Ausstülpen des Zapfens aber, an das man vielleicht noch denken könnte, wird, abgesehen von den Bindegewebsfasern

---

[1] Abhandl. d. Senckenberg'schen naturf. Gesellsch. in Frankfurt a/M. Bd. X.

(Taf. V, Fig. 2*bi*), durch den Theil der Längsmuskeln verhindert, welche sich an der oberen Spitze des Verschlusskopfes ansetzen, und so, bei der Kontraktion der Muskeln auch mit kontrahirt, denselben Effekt erzielen als die Längsmuskeln des Honigmagens, welche sich bei *a* ansetzen, d. h. ein Ausstülpen hier des Zapfens, dort des Verschlusskopfes verhüten.

Speicheldrüsen.

Über die Speicheldrüsen besitzen wir schon eine ganze Reihe, zum Theil recht vortrefflicher Untersuchungen, wenigstens was die Verhältnisse bei Apis mellifica anlangt, so dass es fast überflüssig erscheinen könnte, dieselben noch einmal einer Untersuchung zu unterziehen. Ich habe indessen bei meinen Arbeiten Etliches gefunden, was theils zur Ergänzung, theils zur Berichtigung des bereits Mitgetheilten dienen kann und hier seinen Platz finden mag.

Überdies haben die bisherigen Untersucher von den bei uns vorkommenden Bienenarten außer Apis fast nur Bombus in das Bereich der Untersuchungen gezogen. Nur Dufour[1] giebt einige spärliche Mittheilungen über andere Bienen. Es ist mir nun allerdings nicht gelungen, Vertreter sämmtlicher Familien zu erhalten, da ich genöthigt war, mir mein Material selbst zu suchen und mich die ungünstige Witterung des Jahres 1881 im Spätsommer oft vergeblich auf Fang ausgehen ließ. Indessen bieten schon die von mir untersuchten Bienen des Interessanten genug[2]. Bezüglich der Anordnung des Stoffes könnte ich die von mir untersuchten Bienen nach einander abhandeln; allein dies würde zu Wiederholungen führen, und da es uns weniger um die Kenntnis der Arten, als der Speicheldrüsen zu thun ist, werde ich die verschiedenen Speicheldrüsensysteme nach einander, bei jedem sogleich die gefundenen Verhältnisse sämmtlich in Betracht ziehend, behandeln. Diese Art und Weise gewährt auch den Vortheil, dass die einzelnen Verhältnisse besser mit den bei Apis mellifica sich findenden verglichen werden können.

Es existiren bei den Bienen überhaupt, wenn man unter Speicheldrüsen Drüsen versteht, die sich in den Anfangstheil des Nahrungskanales öffnen, nicht weniger als fünf verschiedene Systeme, von denen vier paarig angelegt sind. Eine von den Speicheldrüsen liegt in der sogenannten Zunge, drei im Kopf und eine im Thorax. Man hat denselben Namen gegeben, welche den bei Menschen und höheren Säugethieren vorkommenden Verhältnissen entsprechen; allein diese Nomenclatur ist mehr oder minder gesucht und nicht zutreffend. Ich werde daher die einzelnen Systeme, wie es v. Siebold[1] sehr praktisch eingeführt hat, nur mit römischen Ziffern bezeichnen.

---

[1] l. c. p. 418.

[2] Spiritusexemplare habe ich zu meinen Untersuchungen nicht verwendet, sondern nur frische, lebende Thiere.

System I.

Das im Kopfe sich befindende System I, von Meckel[2] Supramaxillardrüse genannt, öffnet sich auf dem im Schlunde befindlichen Schlundblättchen vermittels einer auf jeder Seite gelegenen rundlichen Öffnung (Taf. V, Fig. 7 *o*). Diese Öffnung führt in einen sackförmigen Behälter (*ou*), der von fast allen Untersuchern übersehen worden und nur von Wolff[3] abgebildet ist. Er hat eine schräge Lage von oben außen und vorn, nach unten innen und hinten, lagert also unter dem Schlundblättchen. An seinem unteren Ende besitzt er gleichfalls eine runde, aber etwas kleinere Öffnung (*u*), welche direkt in den Sammelkanal (*s*) der Drüse führt. Der Sammelkanal setzt sich mit einem etwas verjüngten Endstück in einem nach innen und etwas nach hinten geöffneten Bogen an den Behälter an und erstreckt sich von da aus, mehrere Windungen zu beiden Seiten des Gehirnes beschreibend, durch den Kopf. In seiner ganzen Länge bis zu seinem blind geschlossenen Ende, meist nur den allervordersten Theil freilassend, sitzen an ihm gestielte bläschenförmige Acini von rundlicher bis unregelmäßiger Gestalt. Der Sammelkanal, durchschnittlich 0,035—0,047 mm messend, zeigt eine strukturlose, ziemlich starke Intima (Taf. V, Fig. 8 *i* und Fig. 7 *s*), welche an dem in den Behälter mündenden, knieförmig gebogenen oberen Ende besonders verdickt ist. Da, wo ihr die Stiele der Acini aufsitzen, bildet sie kleine siebartig durchlöcherte Hügel (*h*). Auf der Intima befindet sich nach außen eine dünne Protoplasmaschicht (Taf. V, Fig. 8 *ch*), in der man mit Pikrokarminfärbung 0,01 mm große, meist keulenförmige, in der Richtung des Sammelkanales langgestreckte Kerne (*k*) wahrnimmt. Bei jüngeren Bienen sah ich auch die Zellgrenzen der polyedrischen, pflasterartig angeordneten Zellen. Mit dem Alter scheinen diese Zellgrenzen zu verschwinden. Diese Plasmaschicht, oder vielmehr Zellenschicht mit undeutlich gewordenen Zellgrenzen, setzt sich kontinuirlich in die Acini (*ac*) fort, dort bedeutend entwickelte Sekretionszellen bildend. Diese liegen eng an einander, füllen den ganzen Acinus aus und messen durchschnittlich 0,047 mm. Sie enthalten einen klaren feinkörnigen Inhalt und in diesen eingebettet einen 0,027 mm messenden Kern. Die Kerne besitzen eine deutlich doppelt konturirte Membran, von der sich der Inhalt oft auf Zusatz von Essigsäure zurückzieht. Sie enthalten einen oder mehrere Kernkörperchen, deren Größe ihrer Zahl umgekehrt proportional ist. Die größeren Kernkörperchen zeigen einen dunklen centralen und einen helleren peripherischen Theil. Die Gestalt des Kernes ist rundlich oder unregelmäßig, mitunter finden sich sogar recht verzerrte Gestalten. An jede der Sekretionszellen tritt, wie ich mich bei Bienen, die noch einige Tage zum Ausschlüpfen nöthig gehabt hätten, und auch bei alten Bienen durch Zusatz quellender und dann schrumpfender Mittel überzeugt habe, ein ungefähr 0,002 mm dickes Kanälchen, welches an den siebförmig durchlöcherten Hügeln unmittelbar in die Intima übergeht. Da, wo dieses Sekretionskanälchen in die Zelle eintritt (*e*), verliert es plötzlich seine starken Wandungen, dieselben mit sehr blassen und zarten (*f*) vertauschend. Es verläuft nun in mehreren Windungen in der Zelle und endet schließlich mit einer konischen Spitze. Einen seitlichen Besatz mit feinen Seitenkanälchen habe ich trotz sehr starker Vergrößerungen nicht finden können, statt dessen aber seitliche Auswüchse (*m*). Die feinere Struktur des Sekretionskanälchens kann man recht deutlich verfolgen, wenn man Kalilauge zusetzt (ac_2). Die Sekretionskanälchen der Zellen je eines Acinus münden meist gemeinsam auf den bereits erwähnten Hügeln der Intima. Mitunter theilen sie sich jedoch in zwei mehr oder minder deutlich getrennte Gruppen (ac_2), in welchem Falle dann auch meist der Acinus durch eine sattelförmige Einbuchtung in zwei Hälften gesondert wird und so den Anblick gewährt, als ob er durch Konkrescenz zweier Acini entstanden wäre. Zuweilen sondert sich auch nur ein Kanälchen von den übrigen ab und mündet für sich besonders. Eine so große Anzahl Zellen in einem Acinus, wie MECKEL angiebt (20—30), habe ich nicht gefunden, dagegen stieß ich hin und wieder auf Acini, die nur von einer einzigen Zelle repräsentirt wurden (*x*). Daher schwankt denn auch die Größe und die Gestalt der Acini außerordentlich. Die Durchschnittsgröße betrug 0,19 mm. Die einzelligen Acini maßen durchschnittlich 0,067 mm. Hinsichtlich der verschiedenen Altersstufen finden sich bedeutende Differenzen. Bei Imbecillen sind die Acini sehr durchsichtig und wenig gefüllt, so dass die einzelnen Zellen auf der Außenseite der Acini rundliche Hervorragungen bedingen und so dem ganzen Acinus die Gestalt einer Maulbeere verleihen. Die Zellgrenzen sind deutlich. Bei Brutbienen sind die Acini sehr groß, prall gefüllt und erscheinen desshalb als vollständig runde Blasen. Die Zellgrenzen sind aber schon weniger deutlich. Die Farbe ist weiß, etwas ins Gelbliche ziehend. Bei den Trachtbienen endlich sind die Acini wieder zusammengesunken und maulbeerförmig, enthalten viele kleine bräunliche Körper und lassen die Zellgrenzen fast gar nicht mehr unterscheiden. Die Zellen erhalten sich jedoch als gesonderte Plasmaklumpen, wie man sich durch Zusatz schrumpfender Mittel überzeugen kann. Die bräunlichen Körper sind jedenfalls pathologische oder senile Produkte und lassen die Drüse stark gelb erscheinen. Auch bei anderen Bienen, z. B. alten Hummelmüttern, findet man diese Produkte in großer Menge, oft die Zellen bis zur völligen Undurchsichtigkeit anfüllend. Besonders auffallend traf ich solche Erscheinungen bei alten Andrenaweibchen.

---

[1] Eichstädter Bienenzeitung. Jahrg. 1872. p. 287.

[2] Müller's Archiv für Anatomie etc. Jahrg. 1846. p. 28.

[3] Nova acta Acad. Caes. Leop. Car. Germ. nat. curios. Tom XXXVIII. Jahrg. 1876. Taf. II, Fig. 10 *h* u. p. 202. Wolff sagt daselbst: »Das Behältnis ist „knochenhart“, so dass sein Inhalt zugleich mit den Saugbewegungen des Schlundes ausgepumpt wird.« Nun für die Honigbiene möchte dies angehen, da durch den knieförmigen Ansatz der eigentlichen Drüse zur Noth — aber auch dies ist unwahrscheinlich — verhindert werden könnte, dass die ganze Drüse ausgepumpt würde. Bei den anderen Bienen dagegen, wo die Öffnung *o* nicht in ein Behältnis sondern direkt in den Sammelgang der Drüse führt, würden durch die Saugbewegungen des Schlundes System I der Speicheldrüsen systematisch ausgepumpt, ein Vorgang, der mir doch sehr schlecht zu dem Begriff Speicheldrüsen zu passen scheint und so die von Wolff aufgestellte Saugetheorie in einem eigenthümlichen Lichte erscheinen lässt.

Gegen die Leibeshöhle wird die ganze Drüse begrenzt durch eine sich ihr ganz dicht anschmiegende Propria (Taf. V, Fig. 8 *p*).

Sowohl Leydig[1] als Fischer[2] vermuthen, dass die Acini in Spiraltouren geordnet dem Sammelkanale aufsitzen; ich habe das nicht finden können. Ein eigenthümliches Verhalten zeigt diese Drüse im frischen Zustande bei Behandlung mit Pikrokarmin. Ein Theil der Acini, und besonders deren Kerne, färbt sich sehr schön, während ein anderer Theil der Färbung hartnäckigen Widerstand leistet. Mitunter sogar zeigt sich dieses verschiedene Verhalten bei den Zellen eines und desselben Acinus. Bemerkenswerth ist es nun, dass sich gerade diejenigen Acini oder Zellen nicht färben, welche im Ganzen viel saftiger erscheinen und durchschnittlich die größten Kerne enthalten. Besonders schwer färben sich insgesammt die Drüsen der Brutbienen. Irgend welche Regelmäßigkeit in der Anordnung der gefärbten und nicht gefärbten Acini oder Zellen habe ich nicht finden können. Es erinnert dieses Verhalten an ein ähnliches, wie es Schindler[3] an den Malpighi'schen Gefäßen von Dromius angiebt. Dass die Malpighi'schen Gefäße von Gryllotalpa und Acheta campestris sich nach Inhalt und Farbe unterscheiden, wie Leydig[4] angiebt, ohne histologisch irgend welche Differenzen zu bieten[5] oder sich wegen der mannigfachen Übergänge der einen Art in die andere streng von einander scheiden zu lassen, dürfte wohl ein sehr ähnliches Verhalten sein. Wie nun Schindler schließt, dass diese Differenzen von der mehr oder weniger reichlichen Imprägnirung mit Harnsubstanzen abhängen, so schließe ich, dass das verschiedene Verhalten gegen Färbemittel von der mehr oder weniger reichlichen Imprägnirung mit Sekret abhängt. Das Verhalten der strotzenden Drüse bei der Brutbiene möchte diese Ansicht unterstützen können. Es könnte freilich sonderbar erscheinen, dass vollständig gleich gebaute und von derselben Flüssigkeit umspülte Drüsenzellen ein verschiedenes Verhalten zeigen sollen, allein die Befunde sowohl an den MALPIGHI'schen Gefäßen als Drüsen, dürften wohl kaum eine andere Erklärung finden. Die verschiedengradige Imprägnirung, dort mit Harnsubstanz, hier mit Sekret, bedeutet aber doch mit anderen Worten weiter nichts, als dass die einzelnen Schläuche oder Zellen in einem bestimmten Augenblicke eine verschiedene Sekretionsthätigkeit oder besser Sekretionsintensivität zeigen.

---

[1] Müller's Archiv f. Anatomie. Jahrg. 1859. p. 63.
[2] l. c. p. 136.
[3] Diese Zeitschr. Bd. XXX. Heft 4. p. 635.
[4] l. c. p. 159.
[5] Schindler, l. c. p. 616.

Während wir diesen Schluss im Auge behalten, wollen wir ein paar Augenblicke bei einer Ansicht FISCHER's[1] und v. SIEBOLD's[2] verweilen, welche diese Betreffs der Sekretion der Drüsenzellen hatten. Beide glauben nämlich, dass die Drüsenzellen in fortwährender Neubildung begriffen sind, indem die alten Zellen platzen, flüssig werden und durch die Sekretionskanälchen abziehen, um anderen Zellen Platz zu machen. Nun es ist wahr, dass Drüsenzellen im Allgemeinen oft eine große, ja oft bedeutende Vergänglichkeit zeigen, indem sie theils mechanisch von dem ausströmenden Sekret fortgeschwemmt werden, wie z. B. die Labzellen, besonders im Magen der Pflanzenfresser, theils auch in der Bildung ihres Sekretes zu Grunde gehen, z. B. bei Talgdrüsen, Milchdrüsen, MEIBOMschen und Ohrenschmalzdrüsen. Die Zellen lösen sich von der Propria ab, verfallen einer fettigen Degeneration und sowohl Kern als Membran gehen allmählich zu Grunde (z. B. bei den Kolostrumkörpern der Milch). Die erste Art des Vergehens, nämlich durch Fortschwemmen, ist für unseren Fall von vorn herein ausgeschlossen, da bei der Speicheldrüse die Zellen von dem Lumen durch eine starke Intima getrennt sind und durch die feinen Kanälchen nicht hindurchgehen würden. Es könnte also nur noch, wie FISCHER und v. SIEBOLD annehmen, der zweite Fall von Vergänglichkeit hier Platz greifen. Ich habe viel Zeit darauf verwendet, irgend welche Anhaltepunkte für die Ansicht der beiden Untersucher zu finden; allein vergeblich. Nie fand ich etwas, was auf einen Zerfall von Zellen hätte hindeuten können, wenn man nicht das Verschwinden der Membranen hierher rechnen will. Ich habe aber schon oben erwähnt, dass die Zellen sich trotzdem als streng gesonderte Plasmaklumpen erhalten, und zweifle keinen Augenblick daran, dass die Membran nicht verschwunden, sondern nur so zart geworden ist, dass unsere Hilfsmittel nicht ausreichen, sie an dem trüben Zellinhalt deutlich erkennen zu lassen.

---

[1] l. c. p. 137.

[2] l. c. p. 287.

Nie habe ich aber auch eine auf Karyokinese hindeutende Kernfigur gesehen. Denn trotz der Unregelmäßigkeit in der Gestaltung der Kerne ist man nicht berechtigt, hier eine solche anzunehmen, da die Kernkörperchen in den mitunter sogar hantelförmig geformten Kernen durchaus dasselbe Verhalten zeigten, wie in den runden Kernen.

Aber auch schon eine Betrachtung des Baues der Drüsen ist im Stande, a priori gegen eine solche Annahme des Zerfallens zu sprechen. Denn was sollte aus den Sekretionskanälchen werden? Wären die Zellen vergänglich, so müssten dadurch Sekretionskanälchen frei werden, man müsste also doch wohl einmal einen von einer Zelle entblößten Kanal gesehen haben. Und wie sollte dann eine neue Zelle an den Sekretionskanal kommen? Bei mehrzelligen Acini wäre dies vielleicht noch möglich, aber bei einzelligen Acini, die mit Ausnahme von Apis sich bei allen anderen von mir untersuchten Bienen finden, ist dies geradezu undenkbar und wohl auch unmöglich.

Wenn man nun annimmt, dass, wie bei den zum Vergleich angeführten Drüsen der Säugethiere, auch hier die Drüsenzellen nicht im Stande sind, fortwährend zu secerniren, sondern durch die Sekretion erschöpft werden, so müsste man nach einer Kompensation der Neubildung suchen, und diese ließe sich vielleicht in einer periodischen Ruhe der Zellen finden. Hierdurch ließe sich denn auch die verschiedene Imprägnirung mit Sekret und das verschiedene Verhalten gegen Färbemittel erklären.

Das Sekret der Drüse ist ziemlich stark sauer.

Königin und Drohnen lassen diese Drüse vermissen. Bei letzteren findet sich keine Spur mehr, während bei ersterer, wie bereits Fischer und v. Siebold bemerken, noch die oberen Öffnungen der Behälter auf dem Schlundblättchen erhalten bleiben. Ich möchte diese Angabe noch dadurch einschränken, dass ich ihr ein »zuweilen« beifüge. Bei einer Königin nämlich fand ich jederseits an der betreffenden Stelle (*o*) eine Grube, bei drei anderen vermisste ich auch diese, und von drei ungefähr gleichaltrigen, die ich demselben Stocke eines cyprischen Volkes entnommen hatte, wies nur eine und zwar nur auf einer Seite eine derartige Grube auf.

Von Bombus untersuchte ich: B. silvestris, B. lapidarius, B. terrestris, B. hortorum, B. pomorum, B. subterraneus.

System I ist hier ebenfalls wohl entwickelt und zeigt im Allgemeinen dieselbe Beschaffenheit wie bei Apis mellifica. Doch fehlt das Reservoir, so dass die Sammelkanäle sich unmittelbar auf dem Schlundblättchen an der betreffenden Stelle öffnen. Ferner bestehen, wie schon Leydig[1] beschrieb, die Acini nur aus je einer Zelle; das was also bei Apis mellifica Seltenheit war, wird hier Regel, oder vielleicht naturgemäßer ausgedrückt: Apis mellifica zeigt mitunter noch Anklänge an die frühere, tiefer stehende Beschaffenheit der Drüse. Der Sammelkanal besitzt ungefähr im Durchschnitt dieselbe Weite wie bei Apis, ist also im Verhältnis viel enger. Übrigens schwankt das Lumen stellenweise sehr stark. Die Intima zeichnet sich durch eine stärkere Bräunung aus und ist auch wohl stärker. Die Sekretionskanälchen münden einzeln, indessen oft schon zu Gruppen vereinigt (Taf. V, Fig. 9 *gr*). An solchen Stellen bildet denn auch die Intima ebenfalls nach außen hervorspringende Hügel, die aber sporadisch viel bedeutendere Dimensionen annehmen. Indem sie sich stark verlängern und ihre Umgebung mit sich ziehen, werden sie zu blindgeschlossenen Nebenzweigen (Taf. V, Fig. 9). Ich fand solche Abnormitäten namentlich bei B. silvestris, freilich immer viel geringer ausgebildet als in Fig. 9, welche von einem Psithyrus genommen ist. Die den Sammelkanal bedeckende Zellschicht ist bedeutend stärker entwickelt als bei Apis und zeigt bei älteren Individuen öfter Fetttröpfchen eingelagert. Die Sekretionszellen sind durch »bindegewebige Brücken«, wie Leydig sie nennt, verbunden, über deren Bildung später berichtet werden wird. Eine auffallende Verschiedenheit zeigt sich an den zarteren Theilen der Sekretionskanälchen, indem sich feine Strichelchen an denselben befinden, wie sie schon von Leydig [1] bei anderen Drüsenzellen beschrieben wurden. Der zarte Theil bekommt dadurch das Aussehen einer Flaschenbürste. Besonders deutlich sah ich sie bei B. subterraneus schon ohne Zusatz eines Reagens (vgl. Taf. V, Fig. 13 *f* von Anthophora). Ob aber diese Strichelchen Poren einer verdickten Membran sind, wie Leydig will, oder feine Seitenästchen vorstellen, habe ich nicht entscheiden können. Indessen scheint mir das Letztere der Fall zu sein, da ich an Objekten, wo sie besonders deutlich waren, wie bei der später zu erwähnenden Anthophora, keine die Strichelchen an ihren freien Enden verbindende Membran wahrnehmen konnte, ich ferner auch zuweilen Kanälchen sah, die durch Zerzupfen der Drüse stellenweise dieser Seitenstrichelchen beraubt waren.

---

[1] l. c. p. 65.

Gemäß der abweichenden Lebensweise zeigen die verschiedenen Geschlechter bezüglich der Drüse auch bei Bombus ein verschiedenes Verhalten. Bekanntlich sollen die großen Weibchen hier die meiste Arbeit verrichten; sie legen die Höhlen an, schaffen Nahrung für die von ihnen producirte Brut und müssen endlich für ihre Beköstigung, die bei der ansehnlichen Körpergröße nicht unbedeutende Quantitäten erfordert, selbst sorgen. Daher findet sich System I auch bei ihnen am stärksten ausgebildet. Ihnen ganz ähnlich verhalten sich die kleinen Weibchen [2]. Nächst den Weibchen haben die Arbeiter die meiste Arbeit zu verrichten, daher denn die zwar etwas schwächere — natürlich verhältnismäßig genommen — aber doch noch starke Entwicklung der Drüse. Die wenigste Arbeit verrichten die Männchen, aber sie sind doch genöthigt sich selbst zu ernähren und werden nicht gefüttert. So kommt es, dass auch diese die Drüse aufweisen, wenngleich in einer noch schwächeren Ausbildung. Nicht nur ist der Drüsenkanal hier erheblich kürzer, sondern es sind auch die Sekretionszellen weniger dicht gestellt.

---

[1] l. c. p. 39.

[2] Über deren Vorkommen vgl. Taschenberg in Brehm's Thierleben. Bd. IX. p. 219.

Psithyrus rupestris, von dem ich nur ein Weibchen erlangt habe, zeigt genau dasselbe Verhalten wie Bombus. Auffallend war jedoch die bedeutendere Kürze der ganzen Drüse, jedenfalls Hand in Hand gehend mit der schmarotzenden Lebensweise.

Von Hylaeus untersuchte ich H. fulvocinctus, H. arbustorum, bifasciatus, maculatus, rubicundus, cylindricus und seladonius; außerdem noch einige andere nicht näher bestimmte Arten. Bei ihnen erhebt sich an der Stelle des Schlundblättchens, wo die taillenartige Verengerung desselben beginnt (Taf. V, Fig. 10 *o*), eine äußere (*a*) und eine innere Leiste (*i*). Beide sind gegen einander gerichtet und bilden, indem sie sich theilweise überdecken, einen Kanal, der sich an der Stelle, wo sich der Hügel mit den Sinnesborsten (Geschmackborsten?) erhebt, in eine das Schlundblättchen durchsetzende nach hinten gerichtete, starre, blindgeschlossene Röhre fortsetzt (*s*). Der in Folge der starken Intima ganz steife Kanal ist besonders an seiner Innenseite mit zahlreichen, sehr langen Sekretionskanälchen (*c*) besetzt, welche an ihren freien Enden die durch Brücken verbundenen Sekretionszellen tragen. Die Männchen zeigten die Drüse etwas schwächer entwickelt, doch ist der Unterschied nicht sehr auffallend. Die einzelnen Arten variirten bezüglich der Länge des Kanals. Bei einigen Arten waren die Leisten schwächer ausgebildet, so dass sie an ihrem vorderen Theile keine abgeschlossene Röhre darstellten. Denkt man sich dieses Verhalten für die ganze Länge der Leisten geltend und zugleich den starren Sammelkanal auf ein Viertel seiner Länge verkürzt, so erhält man die Verhältnisse wie sie sich bei Dichroa (gibba?) finden, von welcher Art ich übrigens bloß Weibchen untersucht habe.

Hieran schließt sich Anthidium manicatum und Colletes succincta, bei denen sich jederseits nur eine kurze sackförmige Ausstülpung findet, in welche und vor welcher die langgestielten Sekretionskanälchen münden. Ungeheuer auffallend ist der Unterschied zwischen beiden Geschlechtern bei Colletes, während das bei Anthidium weniger der Fall war. Bei Colletes ist dieses kleine Sammelsäckchen nicht mehr auf dem Schlundblättchen sondern daneben angebracht, so dass es bei der Präparation leicht von demselben abreißt.

Bei Megachile centuncularis findet sich jederseits eine muldenartige Einsenkung, deren Boden von den zahlreichen Sekretionskanälchen siebförmig durchlöchert wird (Taf. V, Fig. 11 *m*). Bei dem Männchen ist diese Mulde weniger ausgeprägt, wie denn überhaupt bei ihm diese Drüse spärlicher entwickelt ist. Bei Coelioxys conica, von dem ich nur ein Männchen untersuchte, und Dasypoda hirtipes ist die von den Sekretionskanälchen in gleicher Weise durchbohrte Stelle weniger stark chitinisirt, oder wenigstens nicht so dunkel pigmentirt, als die übrigen Theile des Schlundblättchens. Bei Coelioxys beschränkt sich dieses Verhalten mehr auf einzelne, von besonders vielen Mündungen der Sekretionskanäle durchbohrte Stellen.

Bei Osmia (bicornis), Melecta (armata), Andrena (albicans, vestita und einigen nicht näher bestimmten) ist auch noch dieser letzte Rest von dem Sammelkanal geschwunden, und die langgestielten Kanäle der Sekretionszellen münden dicht beisammen auf einer nicht besonders ausgezeichneten Stelle des Schlundblättchens, wie es Fig. 12 von Andrena zeigt.

Die geringste Entwicklung zeigte unter den von mir untersuchten Bienen Anthophora (hirsuta und retusa), bei der sich die Mündungen der Kanäle sehr wenig markiren und, da sie sich über einen verhältnismäßig sehr großen Theil des Schlundblättchens vertheilen, leicht zu übersehen sind. Ich zählte jederseits nur etwa fünfzehn Kanäle. Die Flaschenbürstenform des zarteren Endes des Sekretionskanälchen war hier besonders deutlich zu sehen (Fig. 13).

Wir hätten somit eine allmähliche kontinuirliche Verminderung in der Ausbildung des System I zu konstatiren. Die höchste Ausbildung erlangt es bei Apis mellifica. Auf der anderen Grenze steht Anthophora, bei welcher sich dasselbe auf eine kaum in Betracht kommende Bildung reducirt hat. Möglicherweise findet sich unter den Bienen, deren ich nicht habhaft werden konnte, eine oder die andere, welche System I gar nicht mehr aufweist. Ob in dem letzten Falle eine allmähliche Verkümmerung der Drüse vorliegt, oder vielmehr eine Ausbildung noch nicht stattgefunden hat, ist schwer festzustellen. Indessen dürfte es wohl natürlicher sein, die Drüse als ein werdendes Organ zu betrachten, zumal man zu der Annahme berechtigt ist, dass der solitäre Zustand der ursprüngliche ist, das gesellschaftliche Leben aber, wie es sich bei den Honigbienen und Hummeln findet, eine später erworbene Eigenschaft darstellt. Auch zeigten sich nie deutliche Zeichen, welche für den rudimentären, d. h. rückgebildeten Zustand hätten sprechen können, wie es so auffallend bei Apis mellifica bezüglich der verschiedenen Geschlechter der Fall ist. Mit Ausnahme von dieser letzteren besteht die Drüse bei allen Bienen aus lauter einzelnen, durch Brücken verbundenen Zellen.

Der innerhalb der Zelle sich hinwindende zarte Theil des Sekretionskanälchens zeigt überall mehr oder weniger deutlich den flaschenbürstenähnlichen Besatz mit Seitenkanälchen.

System II.

System II der Speicheldrüsen liegt ebenfalls im Kopfe, und zwar dicht über dem unteren Chitinpanzer, so dass es am leichtesten präparirt werden kann, wenn man vorher System I und das Gehirn herausnimmt. Es würde also, da der Kopf eine mehr senkrechte Lage hat, besser mit dem Namen »hintere Kopfspeicheldrüse« als »obere Kopfspeicheldrüse« bezeichnet werden. **Meckel** nannte dies ebenfalls paarige Organ »glandula sublingualis«. System II hat noch mehr Beschreiber gefunden als System I, denn außer **Meckel**[1], **Leydig**[2] und v. **Siebold**[3] ist unter denselben noch **Ramdohr**[4], **Treviranus**[5] und **Dufour**[6] zu nennen. **Ramdohr** hielt diese Drüse anfänglich für ein Geruchsorgan, berichtigte aber später[7] seinen Irrthum. **Dufour** sagt zwar ausdrücklich, dass er dieses System übersehen habe, aber seine Beschreibung von System III lässt keinen Zweifel zu, dass er beide Systeme gesehen, jedoch für zusammengehörig gehalten hat. Er spricht nämlich[8] von eiförmigen und langen schlauchförmigen Drüsensäcken innerhalb eines Systemes, von denen die langen Schläuche stets das Ende einnehmen sollen, ein Vorkommen, wie es sich wenigstens bei den von mir untersuchten Bienen nicht findet, und nur dadurch zu erklären ist, dass **Dufour** beide Systeme zusammengeworfen hat. Auch **Meckel** hat beide Drüsen nicht ordentlich aus einander gehalten, so dass **Fischer**[9] dessen auf System II bezügliche Beschreibung auf System III beziehen und dann natürlich als falsch tadeln konnte.

Die Gesammtform der Drüse ist ungefähr traubenartig, indem sich die einzelnen sehr unregelmäßig gestalteten Drüsensäcke mit Hilfe ihrer stielartigen Ausfuhrgänge gruppenweise vereinigen, schließlich jederseits einen Sammelkanal bilden, welcher rechtwinklig auf den Ausführungsgang des Systems III stößt und sich mit diesem, eine kreuzförmige Figur bildend, vereinigt. Die einzelnen, verschieden großen Säckchen (Taf. VI, Fig. 1 *a*) zeigen die drei Schichten: Intima (*i*), Zellschicht (*z*) und Propria (*p*). Bei einer gefüllten Drüse zeigt die Intima nichts Auffallendes (Fig. 1 *a*), höchstens, dass sie durch die bauchartig in das

---

[1] l. c. p. 29. [2] l. c. p. 62. [3] l. c. p. 288.

[4] Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. 1811. p. 387.

[5] l. c. p. 123. Von der Hummel. Ergänzt in: Zeitschr. f. d. Physiologie. Bd. III. Heft I. p. 69. [6] l. c. p. 419.

[7] **Germar**'s Magaz. d. Entomol. Jahrg. I. Heft I. p. 135.

[8] l. c. p. 391 und 419. [9] l. c. p. 143.

Lumen des Sackes hineinhängenden Zellen eine gefelderte Struktur erhält. Ist die Drüse aber weniger gefüllt (*b*), so sinkt die Intima zusammen und zeigt dann verschieden große meist kreisrunde Einsenkungen (*l*), welche durch Falten mit einander verbunden werden. Leydig hielt diese Einsenkungen für Löcher[1], ein Irrthum, den v. Siebold schon berichtigt hat, indem er durch Druck die fraglichen Löcher und Falten verschwinden machte. Man kann sich aber auch leicht durch verschiedene Einstellung des Tubus davon überzeugen, dass man es hier nur mit runden Einsenkungen zu thun hat. Stellt man den Tubus, der auf die sogenannten Löcher einsteht, allmählich und langsam tiefer, so trifft man zunächst die zur Einsenkung gehörige Intima, welche wieder sekundäre Einsenkungen zeigt. Senkt man den Tubus weiter, so verschwindet die Intima und es erscheint eine andere, nämlich die der gegenüber liegenden Seite. Die so große Unregelmäßigkeit in der Anordnung der Einsenkungen und namentlich auch die mitunter sehr beträchtliche Größe derselben hätte Leydig vor seinem Irrthume bewahren sollen.

Bei sehr starker Vergrößerung zeigt die Intima eine feine Punktirung, welche vielleicht durch Poren, die wohl im Stande sein könnten, das Sekret der Zellen in den Sack zu leiten, hervorgerufen wird. Beim Verlassen des Sackes bekommt die Intima unregelmäßige Falten und Streifen, welche sich schließlich zu einem Spiralfaden ordnen. Die Zellen bieten nichts Auffallendes, enthalten ein feinkörniges Plasma und einen großen Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Die Zellen messen 0,028 mm, die Kerne 0,012 mm. Die Propria liegt den Zellen äußerlich dicht an, so dass sie als gesonderte Membran nicht nachweisbar ist. Das Sekret dieser Drüse bläut Lackmuspapier schwach und hinterlässt einen Fettfleck.

Bei der Königin findet sich diese Drüse ungefähr in gleicher Ausbildung, nur zeigte sich die den Ausführungsgängen aufliegende Zellschicht viel breiter und palissadenförmig angeordnet. Präparirt man bei Drohnen diese Drüse, so erhält man einen großen Klumpen gelber Fettzellen, welcher sich unter der Lupe meist in fünf Theile zerlegen lässt, aber so undurchsichtig ist, dass man absolut nicht sehen kann, was er eigentlich in seinem Inneren birgt. Entfernt man einen Theil der Zellen, so bemerkt man einen feinhäutigen Sack oder deren mehrere, welche sich unmittelbar in die spiralige Intima des Ausführungsganges fortsetzen und nichts weiter vorstellen als die Intima der Drüse. Die Fettzellen sind die fettig degenerirten Sekretionszellen, über welche hinweg man an günstigen Stellen die Propria ziehen sieht. Die Fettzellen haben eine so unregelmäßige Größe, dass ich eine Messung als nutzlos wieder aufgab. Hat man die Zellen beim Entfernen nicht zu sehr alterirt, so lassen sie in ihrem Inhalte zwei deutlich von einander getrennte Theile erkennen. Der centrale Theil wird aus einem Konglomerat von verschieden großen Fetttropfen (Taf. VI, Fig. 2 *a*, *f*) gebildet, welche in ihrer Mitte den kaum wahrnehmbaren Kern enthalten. Letzterer zeigt isolirt oft sehr eigenthümliche Formen (Fig. 2 *k*), indem er wie angefressen aussieht. Peripherisch um die Fetttropfen lagert sich eine körnige Plasmaschicht (Fig. 2 *p*), welche der Fetttröpfchen fast stets entbehrt und so scharf gesondert von jenen erscheint, dass es den Anschein hat, als ob beide durch eine Membran geschieden wären, welches aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

---

[1] Leydig nahm diese Ansicht auch in sein Lehrbuch auf. p. 349.

v. SIEBOLD ist der Meinung, dass diese Drüse, der man nach ihrer Beschaffenheit die Sekretionsfähigkeit absprechen muss, eine noch nicht ausgebildete ist, »denn offenbar wären diese Zellen im Kopfe von Arbeitsbienen zur Bildung der Drüsenwandungen verbraucht worden«. Wenn nun an und für sich nicht gut einzusehen wäre, wie ein Organ eine so bedeutende Größe erreichen könnte, ohne eine Funktion auszuüben, so zeigen auch die Untersuchungen von Drohnenpuppen, dass man es hier mit einer Rückbildung zu thun hat. Auch fand ich nachträglich schon von PAGENSTECHER[1] diese Ansicht ausgesprochen. Eine für rudimentäre[2] Organe sehr charakteristische Erscheinung bot sich mir auch bei einer aus einer Arbeiterzelle ausgekrochenen Drohne (die Königin war nicht befruchtet), die ich behufs Kontrolirung meiner früheren Untersuchungen im Jahre 1882 zergliederte. Es fanden sich nämlich mitten unter den verfetteten Drüsensäckchen einige, die wie bei den Arbeiterinnen gebaut waren und zum Theil strotzend mit Sekret gefüllt waren.

Bombus besitzt System II in gleicher Beschaffenheit wie Apis; bezüglich aber der Ausstattung der verschiedenen Geschlechter zeigt sich hier gerade das entgegengesetzte Verhalten. Bei den Weibchen und Arbeiterinnen ist die Drüse nur mäßig, im Verhältnis zu Apis, wie mir es vorkommt, etwas schwächer entwickelt; beim Männchen hat sie dagegen eine so enorme Ausdehnung angenommen, dass sie beinahe den ganzen Kopf anfüllt. Von dem Vereinigungsbehälter der beiden Systeme (II und III) geht jederseits ein Ast ab, welcher sich, nach Abgabe eines kleineren vorderen Zweiges, einen Bogen beschreibend nach hinten wendet und auf seiner Außenseite unregelmäßige Äste entsendet, welche sich theilen und schließlich die Drüsensäckchen tragen. Während bei Apis jeder seitliche Hauptstamm eine spiralige Intima besitzt, findet sich hier, entsprechend dem viel bedeutenderen Lumen und der Unregelmäßigkeit desselben nur eine vielfach unterbrochene längsgeordnete Knitterung, ein Verhalten, das auch schon beim Weibchen und der Arbeiterin vorkommt.

---

[1] Einige lose Blätter, deren Zugehörigkeit ich nicht festellen konnte. p. 127.

[2] Vgl. DARWIN, Entstehung der Arten. 6. Aufl. p. 538.

Psithyrus rupestris verhält sich wie Bombus. Bei Megachile wird dieses System durch einen großen unregelmäßig geformten, vorn und hinten in eine Spitze ausgezogenen Sack dargestellt (Taf. VI, Fig. 3 *d*), welcher sich vermittels eines Stieles an den breiten Kanal des System III ansetzt. In seiner histologischen Beschaffenheit gleicht derselbe ganz den Drüsensäcken von Apis und Bombus. Besonders an seinem vorderen und hinteren Zipfel und auch sonst noch hier und da ist er mit kurzen Schläuchen besetzt, welche sich in ihrem Baue von dem Sacke höchstens in so fern unterscheiden, als die Intima sich außerordentlich fein geknittert zeigt (Fig. 3 *v*). Beim Männchen ist diese Drüse ebenfalls stärker entwickelt. Der Sack ist ansehnlich breiter und erstreckt sich mit seinem hinteren wieder nach vorn umbiegenden Ende (*f*) bis in den Oberkiefer hinein.

Bei Coelioxys fand sich ein ganz ähnliches Verhalten. Der große Sack war nur etwas kleiner, zeigte aber dafür einen ziemlich dichten Besatz von längeren, mannigfaltig sich verästelnden und ausbuchtenden Schläuchen.

Allen anderen von mir untersuchten Bienen als: Hylaeus, Dichroa, Dasypoda, Andrena, Osmia, Anthidium, Colletes, Melecta und Anthophora, fehlte dieses Speicheldrüsensystem gänzlich.

System III.

Verfolgt man die Hauptkanäle der beiden seitlichen Drüsenlappen nach der Mitte, so sieht man, wie schon erwähnt, dass dieselben mit dem von hinten kommenden Ausfuhrgange des System III eine kreuzförmige einfache Verbindung bilden. Verfolgt man nun von da aus den nach hinten abgehenden Zweig, dann trifft man noch innerhalb des Kopfes eine Gabelung desselben. Die Gabeläste treten in den Thorax ein und laufen seitlich und unter dem Ösophagus hin. Sehr bald aber erweitern sie sich zu einem Reservoir (Taf. VI, Fig. 4 *R*), welches eine länglich sackförmige Gestalt besitzt und zwei Hauptäste in zwei, sich einander zu zwei Rechten ergänzenden Winkeln abgehen lässt. Von diesen Ästen verläuft der eine (*in*) dem Ösophagus entlang, während der andere kleinere und auch im kleineren Winkel abgehende (*au*) sich seitlich wendet und zwischen dem vorderen Panzer des Thorax und den Flügelmuskeln verläuft. Ersterer erscheint somit als die Fortsetzung des Ausführungsastes und Reservoirs. Beide sowohl, als auch die noch zwischen ihnen in unregelmäßiger Zahl und Anordnung entspringenden kleineren Äste verzweigen sich dendritisch und lösen sich so schließlich in eine Unsumme verschieden langer, sich wieder verästelnder, hin und her gewundener Schläuche auf.

Mehr oder minder genaue Beschreibungen dieses Drüsensystems finden sich bei den bereits erwähnten Forschern an den angegebenen Stellen. Zu erwähnen ist noch Hyatt[1], dessen Beschreibung allerdings nur die rohesten Umrisse und auch diese noch ungenau giebt.

Die mit einem Spiralfaden versehene Intima des aus dem Kopfe kommenden Kanales geht in dem Reservoir in eine gleichmäßige mit sehr zierlichen, sternförmig erscheinenden Einsenkungen versehene Membran über. Bei dem Übergange in die Seitenäste verliert die Intima diese Struktur und lässt wieder einen Spiralfaden hervortreten, welcher sich auch in die Verzweigungen höherer Grade fortsetzt, sich allmählich aber verliert. Die Intima bildet dann einen sich wurmförmig schlängelnden hier und da ringförmige Einschnürungen zeigenden Centralkanal (Fig. 5 *c*), von dem sich die von außen her darauf liegende Zellschicht deutlich abhebt. Letztere zieht sich kontinuirlich über Ausführungsast, Reservoir, Hauptäste und Schläuche. Während sie jedoch an ersterem nur als eine dünne Lage vorhanden ist, bildet sie an den Schläuchen die wohl ausgebildeten Drüsenzellen. Letztere messen durchschnittlich 0,02—0,052 mm, enthalten ein feinkörniges Plasma und in demselben einen 0,023—0,008 mm messenden Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Nach dem Reservoir zu nehmen die Zellen allmählich an Größe ab. Sie verlieren dabei ihre drüsige Natur und messen schließlich auf dem Reservoir, das sie als ein zierliches Pflasterepithel überziehen, nur noch 0,006 mm senkrecht zum Lumen und 0,02 mm parallel zu demselben. Über die kontinuirliche Zellenschicht zieht sich eben so kontinuirlich die ihr anliegende Propria.

Lässt man eine Drüse längere Zeit in der Untersuchungsflüssigkeit stehen, so zeigt sich an ihr eine mitunter schon an der frischen Drüse auftretende eigenthümliche Erscheinung. Die Zellen ziehen sich von dem centralen Intimakanale weiter zurück und die Summe der demselben zugekehrten Zellmembranen bildet einen weiteren ihn umschließenden Schlauch, welcher sich hier und da einschnürt, so dass der optische Durchschnitt als eine, bereits von Leydig bemerkte, Zickzacklinie erscheint. Im Inneren der Zellen bilden sich große Vakuolen, durch Plasmastränge, welche öfter den Kern enthalten, getrennt. Allmählich verschwinden auch diese Stränge und das Plasma erscheint dann in zwei Hälften gesondert, von denen die eine der Propria anliegt, die andere aber den nach innen gerichteten Zellmembranen zugekehrt ist. Dieses Verhalten ist im Anfangsstadium im Schlauche *m* (Fig. 5) angedeutet. Zerreißt man nun die Schläuche, so reißt nicht selten nur die Propria mit der ihr anhängenden Plasmaschicht ab, während die Summe der nach innen gekehrten Zellmembranen, ebenfalls mit Plasma bedeckt, in der Umgebung des Intimakanales verbleibt (*n*).

---

[1] American Naturalist. Bd. XV. Jahrg. 1881. p. 113—119.

An die Enden und Hervorragungen der Schläuche setzen sich meist blasse Fäden an, welche die Schläuche mit einander und mit anderen Elementen verbinden. Über ihre Natur wird später die Rede sein.

Das Sekret dieser Drüse ist schwach alkalisch bis neutral.

Bei der Königin und der Drohne, namentlich bei letzterer, zeigt sich die Drüse zwar schwächer, aber eben so gebaut. FISCHER[1], der diese Drüse in Folge von eigenthümlichen Missverständnissen für eine Lunge hielt, fand sie in Übereinstimmung mit dieser Anschauung bei den Drohnen eher stärker entwickelt als bei der Arbeiterin, ich kann aber mit DUFOUR[2] und v. SIEBOLD[3] das Gegentheil bestätigen. FISCHER hat sich wahrscheinlich dadurch täuschen lassen, dass bei der Drohne die Schläuche meist etwas breiter sind, dabei aber übersehen, dass die Anzahl derselben merklich zurücksteht. Es trifft indessen nicht immer zu, dass die Schläuche der Drohne breiter sind als die der Arbeiterinnen; die von mir angestellten Messungen ergaben so viel individuelle Schwankungen, dass ich es unterlasse dieselben mitzutheilen.

Das Reservoir bietet auffallendere Differenzen. Die zierliche Struktur der Intima wird bei der Drohne unregelmäßiger, indem sie hier und da einer regellosen Faltung Platz macht. Bei der Königin verliert sie sich ganz und wir finden hier, wie bereits v. SIEBOLD abbildete, nur einen Spiralfaden, welcher das Reservoir nur noch als eine Erweiterung des Ausfuhrkanales erscheinen lässt (Taf. VI, Fig. 6). Was v. SIEBOLD von den drei Spiralfaden und dem zwischen ihnen übrig bleibenden dreieckigen Raume berichtet, ist wohl mehr schematisch als der Natur entsprechend und außerdem gänzlich unwichtig. Man vergleiche zu diesem Behufe v. SIEBOLD's Figur mit der meinigen, die nach der Natur gezeichnet ist. Bezüglich der Anzahl der vom Reservoir abgehenden Hauptäste sind individuelle Schwankungen bei der Königin Regel, wohl ein Zeichen beginnender Rückbildung. Eben so auffallende Unterschiede wie in der Struktur der Intima zeigen sich in der Größe der Reservoire, wie folgende kleine Durchschnittstabelle zeigt:

	☿	♂	♀
Länge:	0,674	0,685	1,032 mm
Breite:	0,271	0,227	0,131 »

Die Breite ist an der weitesten Stelle gemessen. Es ergiebt sich also, dass das Reservoir bei der Arbeiterin am kürzesten, bei der Drohne länger und bei der Königin am längsten ist[4]. Bezüglich der Breite findet gerade das umgekehrte Verhältnis statt. Wenn nun also vielleicht das Minus in der Breite durch das Plus in der Länge scheinbar ausgeglichen wird, so ist doch in Erwägung zu ziehen, dass wir es hier mit dreidimensionalen Körpern zu thun haben. Da nun aber das Reservoir sich bei der Arbeiterin am meisten der Kugelform nähert, wird man ihm auch eine größere Kapacität zuschreiben müssen.

---

[1] l. c. p. 143. [2] l. c. p. 423. [3] l. c. p. 291.

[4] Man weiß freilich mitunter nicht, wo man das Reservoir anfangen lassen soll.

Bezüglich des Zellenbelages des Ausführungskanales bei der Königin gilt dasselbe, wie bei System II. Die gemeinsame Mündung von System II und III wird bei System V beschrieben werden.

System III findet sich bei allen Bienen im Verhältnis zu Apis scheinbar etwas geringer entwickelt. Die Männchen differiren meist nicht sehr von den Weibchen. Freilich lässt sich dieses bei der so verschiedenen Größe der beiden Geschlechter schwer konstatiren. Überdies sind Täuschungen desshalb leicht möglich, weil man nicht immer beide Geschlechter zum Vergleich neben einander hat. Dazu kommt noch, dass bei Entfernung der vielen Tracheen hier und da ein kleiner Theil verloren geht, und so die Drüse kleiner erscheint, als sie in Wirklichkeit ist.

Bei Bombus zeigt System III denselben Bau wie bei Apis mellifica. Die Schläuche fand ich durchschnittlich kürzer und kolbiger. Der von der Intima gebildete Centralkanal ist ziemlich weit. Das Reservoir ist dreieckiger Gestalt, variirt aber in seiner Form außerordentlich. Jedenfalls ist es im Verhältnis zu Apis sehr viel kleiner. Einige Beispiele mögen dies erörtern. Bei einem Weibchen von B. silvestris maß das eine Reservoir in der Länge 0,656 mm, in der Breite 0,805 mm, das der anderen Seite 0,656 und 1,093 mm. B. lapidarius ♀ besaß das linksseitige 0,577 mm lang und eben so viel breit; das rechtsseitige maß 0,525 und 0,700 mm. Bei einem Männchen von derselben Art fand ich die Reservoire so wenig ausgeprägt, dass ich nicht wusste, an welchem Punkte des Ausführungsganges ich dasselbe beginnen lassen sollte. Möglich wäre es freilich, dass dieses Männchen gar nicht zu B. lapidarius gehörte, da sich die Männchen vieler Arten, besonders wenn sie alt sind oder von der normalen Färbung abweichen, kaum von einander unterscheiden lassen. Die Stelle des gemeinsamen Ausführungsganges von System III, an der die Specialausfuhrgänge von System II in ihn münden, erweitert sich zu einem ungefähr fünfeckigen Sacke (Taf. VI, Fig. 7 *x*). Etwas unter der vorderen Ecke desselben, so dass man die Zellschicht des Sackes über ihn hinweg verfolgen kann (*z*), entspringt der Hauptausfuhrkanal (*m*). In die Seitenecken münden die Specialkanäle von System II der Art ein, dass sie sich deutlich in den Sack hinein verfolgen lassen und durch ihre Vereinigung das Lumen desselben muldenförmig sowohl oben wie unten ausbuchten (Fig. 7*a*, *o* u. 7*b*, *u*). In ähnlicher Weise setzen sich die beiden

Specialkanäle von System III in das gemeinsame Verbindungsstück, in das sie getrennt eintreten, fort, um allmählich aufzuhören (*n*). Der Spiralfaden verliert sich an den beiden letztgenannten Kanälen allmählich, beginnt aber im oberen Theile des Verbindungsstückes sehr plötzlich wieder (*sp*) und setzt sich von da bis zur erweiterten Mündung des Kanales fort.

Bei den übrigen von mir untersuchten Bienen fehlt das Reservoir gänzlich. Die beiden von letzterem abgehenden Hauptäste markiren sich aber überall deutlich; doch erscheint der seitlich abgehende Ast öfter nur als ein starker Seitenzweig des nach hinten gerichteten Hauptastes. Bei Megachile und Coelioxys verbreitert sich der durch den Kopf führende Hauptkanal ansehnlich (Taf. VI, Fig. 8 *a*). Indem die beiden Ausfuhrkanäle von System III sich ähnlich wie bei Bombus, fast in seiner ganzen Länge, durch den Hauptkanal fortsetzen, gewinnt es den Anschein, als ob letzterer nur durch die Verwachsung beider Kanäle entstanden sei. Im Durchschnitt zeigt er ungefähr in der Mitte eine hantelförmige (*c*), am oberen Ende eine bohnenähnliche Figur (*b*). Der Spiralfaden zeigt sich durch den ganzen Kanal gleichmäßig entwickelt und bedingt die Gestalt des letzteren. Wenig über dem unteren Ende dieses Hauptkanales inseriren sich die Specialkanäle des Systems II, einen nach außen und hinten offenen Bogen beschreibend (Fig. 8 *a* bei *m* und Fig. 8 *d*).

Eine ähnliche Erweiterung des Hauptkanales zeigt Andrena, Osmia, Anthophora und Melecta. Bei Andrena ist das vordere Ende dieses Kanales im Inneren spärlich mit nach vorn gerichteten Stacheln besetzt. Die Erweiterung beginnt allmählich und hört eben so allmählich wieder auf. So beträgt z. B. bei Melecta das Lumen vor der Gabelung 0,08 mm, in der Mitte 0,19 mm und hinter dem Kinn 0,046 mm; bei Anthophora vor der Gabelung 0,078 mm, in der Mitte 0,219 mm, hinter dem Kinn 0,047 mm.

Bei Anthidium findet die Verbreiterung nach der Vereinigung der beiden von hinten kommenden Kanäle sehr plötzlich statt. Beim Weibchen war besonders das Lumen des Kanales viel weiter als beim Männchen. An seiner breitesten Stelle gemessen maß der Hauptkanal beim Weibchen 0,437 mm, wovon jederseits 0,035 mm auf die Zellschicht kamen. Beim Männchen maß er nur 0,332 mm, die Zellschicht jederseits nahm 0,026 mm in Anspruch. Eine solche Erweiterung dürfte vielleicht kompensatorisch für den Ausfall des Reservoirs wirken. Hylaeus, Dasypoda, Colletes zeigten keine Erweiterungen.

Die eigentliche Drüse bietet bei den einzelnen Familien wieder recht große Verschiedenheiten. Bei Megachile ist die Intima stark braun gefärbt und die spiralige Struktur erstreckt sich bis an das Ende der

Schläuche. Die Zellschicht traf ich von dem Intimakanale weit abstehend und sehr klar. Die Schläuche waren wenig verästelt. Coelioxys zeichnet sich durch bedeutende Weite des Intimakanales aus, der ebenfalls weit in die Schläuche hinein spiralige Struktur zeigt. Nicht wesentlich davon verschieden sind die Verhältnisse, wie sie sich bei Dasypoda finden. Osmia besitzt lange verzweigte Schläuche und auffallend kleine Zellen. Sie maßen durchschnittlich nur 0,019 mm und ihr Kern 0,009 mm. Anthidium zeigt ähnliche Verhältnisse wie Megachile. Die Schläuche sind sehr lang. Der Intimakanal verläuft in lebhaften Windungen, ist bräunlich gefärbt und besitzt bis ans Ende spiralige Struktur. Bei Andrena zeigten die Intimakanäle an ihren blinden Enden öfters Verzweigungen, von welchem Verhalten sich schon Andeutungen bei Apis mellifica finden. Lang, vielfach verzweigt, an ihren blinden Enden oft stark keulenförmig angeschwollen oder gelappt sind die Schläuche bei Melecta. Den Zwischenräumen zwischen je zwei Zellen entsprechend finden sich am Intimakanale stumpfe Ausbuchtungen, in den Endlappen sogar Verzweigungen. Diese Verzweigungen sind noch stärker ausgeprägt bei Hylaeus, bei welchem die Schläuche sehr kurz sind, und fast beerenförmige oder keulenförmige Gestalt besitzen (Taf. VI, Fig. 9 *a*, *b*). Da die Zellen sich schon an frischen Drüsen oft bedeutend vom Intimakanale abheben, kann man die Seitenzweige deutlich sehen und sich sogleich auf das Genaueste überzeugen, dass sie nicht in die Zellen eindringen, sondern sich in die Zwischenräume von je zwei Zellen einbohren. In Fig. 9 *b* bei *n* sieht man aber auch, dass nicht etwa auf jeden Zellenzwischenraum ein Kanal kommt. Die Länge dieser Seitenäste ist vielfach variirend, bald sind sie sehr lang, bald nur durch Ausbuchtungen angedeutet. Es finden sich auch Schläuche, resp. Acini, in welchen der Intimakanal nur einfach und unverzweigt verläuft.

Acini, wie der in Fig. 9 *a* mit *s* bezeichnete, führen zu Verhältnissen, wie sie sich bei Anthophora finden. Die Acini des Systems III sind bei dieser Biene, wie bereits Dufour[1] berichtet, vollständig abgerundet. Die Anordnung der Zellen ist eine derartige, dass eine, meist durch besondere Größe sich auszeichnende Zelle im Centrum liegt (Taf. VI, Fig. 10 *a*, *z*), während peripherisch um sie herum kleinere randständig gelagert sind (*k*). Streckenweise kommt indessen meist die große centrale Zelle mit der Propria in direkte Berührung. Durch eine solche Anordnung der Zellen wird aber eine bereits beim Eintritt in den Acinus stattfindende Verästelung des Intimakanales bedingt. Die Zweige des Intimakanales sind außerordentlich zart, so dass es sehr schwierig ist, dieselben bis an ihr Ende zu verfolgen. Fig. 10 *b* zeigt einen Acinus, der mehrere

---

[1] l. c. p. 423.

Tage in einer 1%igen ClNalösung gelegen hat; über die Art der Verzweigung lässt er keinen Zweifel zu. Die spiralige Struktur verschwindet, wie man bereits bei der großen Zartheit von vorn herein annehmen kann, sehr früh in den Intimakanälen der Ausfuhrgänge, indem sie meist schon in den Verzweigungen vierten Grades vom Acinus aus gerechnet aufhört.

Vollständig anders gebildet zeigt sich die Drüse bei Colletes (Fig. 11). Äußerlich betrachtet hat die Drüse eine sehr ähnliche Gestalt wie bei Anthophora, da die Sekretionsschläuche durch runde Beeren dargestellt werden. Sie sind aber derart mit großen Sekrettropfen gefüllt, dass man die Struktur derselben zunächst gar nicht erkennen kann. Auch die sonst so treffliche Dienste leistende Kalilauge reicht hier nicht aus, um das Bild aufzuhellen. Lässt man aber einige Zeit lang stärkere Kalilauge auf die Drüse einwirken, so erhält man eine Erscheinung, wie sie der Acinus *s* vorstellt. Das Innere zeigt sich noch erfüllt mit den erwähnten Sekrettropfen, die Propria aber ist gesprengt und unter den Augen treten die großen, sich nicht verändernden Tröpfchen aus dieser Rissstelle heraus (*tr*). Zugleich bemerkt man von der Öffnung her eine zarte Membran, von der aus feine Linien in das Innere des Acinus divergirend ausstrahlen (*m* u. *l*). Durch Entwässern mit Alkohol, Färben mit Pikrokarmin und Aufhellen mit Nelkenöl erhält man, wenn auch nicht sehr deutlich, ein Bild, wie es der Acinus *a* zeigt. Man sieht an demselben, dass sich der Intimakanal zu einem weiten Sack erweitert (*i*), dem eine Schicht verhältnismäßig kleiner Zellen oben aufliegt (*z*). Die beim Platzen des Acinus hervortretenden feinen divergirenden Linien (*l*) entsprechen also Falten des von der Intima gebildeten Sackes.

System IV.

Die Litteratur über das System IV der Speicheldrüsen ist viel spärlicher. Außer Wolff[1], der eine ausführliche Beschreibung desselben liefert, erwähnt es nur noch Graber[2]. Beide halten es für eine Riechschleimdrüse; mit welchem Rechte, werden wir später sehen.

Befestigt man mit einer Nadel einen Bienenkopf mit der Vorderseite nach oben auf einem Brettchen und spreizt mit Hilfe einer anderen Nadel den Oberkiefer seitlich ab, so sieht man an der inneren Seite des letzteren, da, wo der Chitinpanzer in die weiche Gelenkhaut übergeht, eine kleine, ungefähr ovale Öffnung (Taf. VI, Fig. 12 *o*), aus welcher bei frischem Objekte eine intensiv riechende, stark saure Flüssigkeit dringt. Der äußere Rand dieser Öffnung wird gebildet durch den etwas nach außen ausgebuchteten inneren Rand des Oberkiefers, während der innere, die innere Lippe, wie Wolff sie nennt, der Gelenkhaut angehört.

---

[1] l. c. p. 120 ff.

[2] Die Naturkräfte. Bd. XXI. V. Graber, Insekten. Theil I. p. 136.

Reißt man den Oberkiefer aus, so sieht man meist an demselben einen trüb erscheinenden Sack hängen, welcher die zu der eben besprochenen Öffnung gehörige Drüse vorstellt (Taf. VI, Fig. 13 *s*). Durch eine leichte sattelförmige Einbuchtung (*y*) wird dieser Drüsensack meist etwas herzförmig gestaltet. Nach vorn setzt er sich in einen engen Stiel (*f*) fort, welcher in einem Bogen von unten nach oben zu der erwähnten Öffnung emporsteigt. Von den drei Schichten ist die Intima diejenige, welche der Drüse ihre Gestalt verleiht. Sie ist ziemlich zart, verdickt sich aber nach dem Stiele zu etwas und bildet besonders an der inneren Lippe einen stärker chitinisirten Abschnitt (*lip*). Der Stiel und auch der Intimasack, wenn er nicht ganz gefüllt ist, zeigt eine unregelmäßige Knitterung. Durchbohrt wird die Intima von den meist gruppenartig angeordneten Sekretionskanälchen der Drüsenzellen, in ähnlicher Weise, wie es schon bei System I beschrieben wurde (Fig. 14). Die den Sekretionskanälchen aufsitzenden Zellen haben einen trübkörnigen Inhalt, in welchem ein großer Kern mit meist vielen kleinen, mitunter doch auch wenigen großen Kernkörperchen enthalten ist. Die Zellen sind ihres trüben Inhaltes wegen nicht gut messbar; von der Intima aus gesehen zeigen sie durchschnittlich eine Größe von 0,023 mm. Die Drüsenschicht senkrecht zum Lumen des Sackes gemessen beträgt 0,07 mm. Die deutlich doppelt konturirten Kerne messen 0,01—0,02 mm. Die Zellen liegen so dicht an einander an, dass sie sich polyedrisch abplatten, lassen aber hier und da eben so geformte Intercellularräume (Fig. 15 *i*) zwischen sich. Die Sekretionskanälchen heben, obgleich sie lang sind, die Drüsenzellenschicht nur etwas von der Intima ab, da sie sich auf derselben hin und her schlängeln. Zur Zelle zeigen sie dasselbe Verhalten, wie im System I, d. h. sie verlieren beim Eintritt in die Zelle ihre starken Wandungen und nehmen zartere an. Nach Zusatz von Kalilauge bemerkt man an günstigen Objekten eine feine Querstrichelung, welche dem Kanal dasselbe flaschenbürstenähnliche Aussehen verleihen, wie im System I der meisten Bienen. Wolff will gesehen haben, dass dieses Kanälchen in direkter Verbindung mit dem Zellkern stehe und ist der Ansicht, dass die in dem Kerne sich findenden, stark lichtbrechenden Tröpfchen (Fig. 15 *nn*, bei Wolff Taf. VII, Fig. 49 *Aa*) durch Theilung des Kernkörperchens entstehen und als Schleimtröpfchen durch die Sekretionskanäle in den gemeinsamen Hohlraum der Drüse geleitet werden. Diese abenteuerliche Ansicht ist natürlich falsch. Die sogenannten Tröpfchen sind gar keine Tröpfchen, sondern dieselben Gebilde, wie in den Zellenkernen der anderen Drüsen, d. h. Kernkörperchen.

Der Sekretionskanal steht mit der Kernmembran nicht in Verbindung, wie man durch vorsichtige Isolation der Zellkerne deutlich sich überzeugen kann. Wozu wären auch, wenn Wolff's Ansicht die richtige wäre, die Seitenkanälchen vorhanden? Ferner spricht gegen eine solche Ansicht die Analogie mit den übrigen Drüsen, so wie auch der Umstand, dass nicht der Kern, sondern das Plasma es ist, welches den eigentlichen Leib der Zelle und somit den secernirenden Theil darstellt. Damit soll freilich nicht geleugnet werden, dass der Kern bei der Sekretion eine bedeutende Rolle spielt, wie schon seine Größe vermuthen lässt und auch Schindler's[1] Versuche gezeigt haben.

Gegen den Stiel hin lockert sich die Drüsenzellenschicht allmählich; die Zellen werden weniger dicht und hören schließlich ganz auf, so dass der Stiel (*f*) von denselben entblößt erscheint. Auch schon ohne Anwendung von Färbemitteln bemerkt man bei stärkerer Vergrößerung, wenn man den Tubus, welcher auf einen Intercellularraum eingestellt ist, senkt, abermals Kerne (Fig. 15 *k*), und zwischen denselben im günstigen Falle auch zarte Zellgrenzen. Diese Kerne, welche bald rund, bald sehr langgestreckt erscheinen und durchschnittlich 0,008 mm messen, zeigen sich von denen der Drüsenzellen sehr verschieden. Sie sind durchsichtig und enthalten nur ein oder wenige Kernkörperchen. Streift man nun die Drüsenzellenschicht von der Intima vorsichtig ab, so sieht man, dass diese Kerne einer Zellenschicht angehören, welche sich, der Intima dicht anliegend, kontinuirlich über dieselbe hinzieht und sich noch weit auf den Stiel hin verfolgen lässt (Fig. 14 *z*). Diese Zellen besitzen ein helles, wenig feine Körnchen enthaltendes Plasma und keine Sekretionskanälchen, wie sie denn überhaupt mit der Sekretion nichts zu thun haben.

Wenn dieses Drüsensystem IV schon bei den Arbeiterinnen stark entwickelt ist, so ist die Ausbildung desselben bei der Königin geradezu eine enorme zu nennen. Diese Vergrößerung wird durch Verlängerung des oberen inneren Lappens der Drüse (Taf. VI, Fig. 13 *o*) erzielt, so dass der untere äußere Lappen (*u*) nur als eine kleine Ausbuchtung erscheint. Aber nicht nur der Umfang der Drüse ist größer, auch die Drüsenzellenschicht zeigt sich viel mächtiger entwickelt. Während bei der Arbeiterin die Breite derselben 0,07 mm betrug, misst sie bei der Königin 0,26—0,28 mm. Dem entsprechend sind denn auch die Gruppen der Sekretionskanalmündungen aus viel zahlreicheren Öffnungen zusammengesetzt. An dem stielartigen Ausführungsgange trägt die Intima nach außen gerichtete Haare und Borsten.

Reißt man einer Drohne einen Oberkiefer aus, so gewahrt man zunächst gar keine Drüse. Es wäre eine vergebliche Arbeit dieselbe, in der Meinung, sie wäre abgerissen, in dem Kopfe suchen zu wollen. Dagegen aber erkennt man mit Hilfe der Lupe, dass dem Oberkiefer an der Basis ein ganz winziges Säckchen ansitzt. Trotzdem dasselbe einen wesentlich anderen Bau (Taf. VI, Fig. 16 *z*) besitzt, ergiebt es sich doch als das gesuchte Gebilde. Die Intima ist bedeutend stärker, zeigt unregelmäßige Falten und hier und da nach außen gerichtete tuberkelähnliche Ausbuchtungen. Auf ihr findet sich eine äußerst zarte Zellschicht, deren nicht gerade sehr deutlich sichtbare Kerne 0,006 mm messen. Diese Zellschicht entspricht ihrer Beschaffenheit und Lage nach vollständig der in Fig. 14 mit *z* bezeichneten. Von den Drüsenzellen zeigten viele Exemplare keine Spur, einige aber ließen, besonders am hinteren Ende, einzelne wenige erkennen, während andere nur verkümmerte Sekretionszellen (Fig. 17 *dr*) oder Reste von Sekretionskanälchen boten. Letztere hatten entweder noch ein Lumen (c_1), oder waren zu soliden Fäden verkümmert (*c*). Sekret war natürlich in solchen Drüsen nicht vorhanden, statt dessen aber häufig unregelmäßig geformte opake Körper (*k*).

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXX. Heft 4. p. 615.

Aus diesen anatomischen Befunden folgt, dass die Drüse in einer vollständigen Rückbildung begriffen ist und meistentheils nicht mehr fungirt. Dafür spricht auch die oft bei einem Individuum sich findende auffallende Größenverschiedenheit zwischen den beiderseitigen Drüsen.

Um die Größenverhältnisse der Drüse bei den verschiedenen Geschlechtern anschaulicher zu machen, mag folgende kleine Tabelle dienen:

	♀	☿	♂
Länge vom blinden Ende bis zur Mündung	2,537—2,738 mm	1,198—1,106 mm	0,218—0,315 mm
Breite, an der breitesten Stelle gemessen	0,962—1,163 mm	0,813—1,032 mm	0,140—0,192 mm

Obwohl nur hiernach die Differenzen der Länge sowohl als der Breite bei der Drohne nicht viel erheblicher scheinen als bei der Arbeiterin und der Königin, so ist doch dabei zu beachten, dass die Resultate bei Königin und Arbeiterin schon desshalb ungenau ausfallen müssen, weil die Drüse bald mehr bald minder stark gefüllt ist. Ferner aber sind gleiche Differenzen von sehr ungleichem Werthe, wenn sie bei verschieden großen Objekten auftreten, und zwar ist die Differenz in diesem Falle bei der kleinsten Drüse von dem größeren Werthe, hier also bei der Drohne. Große Unregelmäßigkeit in der Ausbildung ist aber überall ein Charakteristikum für rudimentäre Organe.

System IV habe ich ebenfalls bei allen Bienen gefunden. Die Arbeiter und die Männchen von Bombus bieten einen ganz gleichen Bau der Drüse, doch ist sie bei ersteren etwas stärker entwickelt. Die Drüse bildet einen zarten Sack, der auf seinem hinteren Theil, meist etwas stärker auf der Innenseite, d. h. nach der Medianlinie des Kopfes zu, mit Drüsenzellen besetzt ist. Seine Gestalt ähnelt derjenigen, welche diese Drüse bei Anthophora besitzt (Fig. 19). Die Drüsenzellen zeigen denselben Bau wie bei Apis, sind nur weniger dicht an einander gelagert, so dass man die Brücken zwischen ihnen deutlich erkennen kann. Die Intima zeigt ebenfalls unregelmäßige Knitterungen und die ihr dicht aufliegende zarte Zellschicht lässt sich besonders gut auf dem von Drüsenzellen entblößten Theile erkennen. Beim Weibchen ist diese Drüse in einen langen, zarthäutigen Sack ausgezogen (Fig. 18), der nur an der unteren Hälfte seiner nach innen gelegenen Seite einen Haufen lockerer Zellen trägt. Dieser Stelle entsprechend bildet die Intima eine Ausbuchtung des Lumens (*dr*). Faktisch sind die Drüsenzellen in größerer Anzahl vorhanden als bei der Arbeiterin; im Verhältnis dürfte man aber kaum von einer stärkeren Ausbildung sprechen. Gerade diese Drüse ist recht geeignet, die der Intima aufliegende zarte Zellschicht zu zeigen, da sie nach Behandlung mit Pikrokarmin wie mit rothen Kernen übersät erscheint. Die Intima ist in der Richtung der Drüse gefaltet und sehr zart.

Psithyrus schließt sich bezüglich dieses Systems eben so an Bombus an, wie Betreffs der anderen.

So leicht wie diese Drüse bei Apis zu präpariren ist, so schwer ist es, bei anderen Bienen sie unverletzt zu erhalten. Nicht nur, dass die starken Kiefermuskeln hier im Wege sind, sondern auch die Tracheen sind außerordentlich störend, indem sie die Drüse einestheils mit den Muskeln verbinden, anderentheils dermaßen umhüllen, dass sie, besonders wenn sie an Größe zurücksteht, kaum zu finden ist. Schließlich aber lagert noch oft auf der Drüse eine Schicht Fettzellen, so dass man, wenn man diese und die Tracheen glücklich entfernt hat, gewöhnlich auch die Drüse zerrissen hat, und so weder ihre Form noch ihre Größe bestimmen kann. Ich konnte desshalb oft nicht genauere Messungen vornehmen. Durchschnittlich ist diese Drüse bei dem Weibchen etwas stärker entwickelt als beim Männchen. Nur Anthidium scheint einer allerdings nur einmaligen Untersuchung zufolge hier eine Ausnahme zu machen.

Am nächsten steht der Honigbiene Colletes. Bei dieser bildete die Drüse einen eiförmigen Sack, der allseitig mit dicht an einander anliegenden Drüsenzellen besetzt ist und nur am vorderen Theile derselben entbehrt. Die Länge beträgt beim Männchen 0,392 mm, beim Weibchen 0,431 mm.

Bei allen übrigen Bienen erscheint die Drüse als ein mehr oder minder langer Sack, der zum größten Theil entblößt ist und nur an der inneren hinteren Seite einen größeren oder kleineren Haufen von Drüsenzellen trägt. So verhielten sich Megachile, Coelioxys, Dasypoda, Andrena, Melecta, Osmia, Hylaeus und Anthidium. Bei dem Männchen des letzteren betrug die Länge des Sackes 1,4 mm, beim Weibchen 0,962 mm. Die Drüsenzellen bildeten an der betreffenden Stelle beim Männchen ein dichtes keulenförmiges Packet von 1,171 mm Länge und 0,501 mm Breite. Beim Weibchen war das Packet eiförmig und maß in der Länge 0,612 mm, in der Breite 0,280 mm.

Auffallend schwach entwickelt fand ich dieses System bei einigen kleinen Hylaeen, wo ich nur neun sehr lange Sekretionskanälchen zählte, an denen die Drüsenzellen hingen.

Wie wir schon bei System I und III Anthophora als Endglied einer Reihe aufzählen mussten, so ist auch hier diese Biene wieder besonders zu erwähnen. Denn während bei allen anderen Arten die Sekretionskanälchen ziemlich eng sind und sich genau so verhalten, wie die des Systems I, so findet sich hier in Bezug auf Beides eine Abweichung. Die Drüsenkanälchen bei Anthophora sind an der Mündung 0,006—0,008 mm weit, nehmen von da allmählich in Bezug auf das Lumen ab und zeigen an ihrem Verlaufe ringförmige Einschnürungen (Taf. VI, Fig. 20 *c*). An der Zelle angelangt rollen sie sich zu einem dichten Glomerulus (*gl*) auf, der schon bei der gesammten Drüse sich als dunkler Knoten bemerkbar macht (Fig. 19 *gl*). Nach dem Verlassen des Glomerulus verläuft der Sekretionskanal nur noch eine ganz kurze Strecke frei, um sich dann in die Zelle einzubohren und daselbst sich so zu verhalten wie die Sekretionskanälchen bei den anderen Bienen (*f*). Lange habe ich gezweifelt ob der 0,039—0,027 mm messende Glomerulus innerhalb der Zelle liegt oder außerhalb derselben, wenngleich wohl letzteres wegen seiner starken Wandungen anzunehmen war. Ich glaube aber, dass letzteres dadurch sicher gestellt wird, dass, wenn man an den Zellen zieht, sich der Glomerulus aufrollt ohne eine Spur von Plasma an sich anhängend zu zeigen. Er wird also vermuthlich nur durch die Propria sehr eng an die Zelle angepresst.

System V.

System V ist unpaar und mündet in die gemeinsame Öffnung von System II und III. Schon von Leydig[1] wurde diese Drüse bei den Hummeln gefunden. Auch Wolff[2] erwähnt sie.

Verfolgt man den gemeinsamen Ausführungsgang vom System II und III von der Vereinigungsstelle der vier Kanäle aus nach vorn, so gewahrt man bald, wie derselbe nach unten umbiegt und in das sogenannte Kinn eintritt. In demselben verläuft er nun zwischen den Muskeln bis zur Wurzel der eigentlichen Zunge. Dort verliert er seine spiralige Struktur (Taf. VI, Fig. 21 *a*) und erweitert sich zu einem geräumigen Mundstück (*m*), das von oben her durch eine Oberlippe bedeckt wird (*o*). Die obere hintere Wand wird nun durchbohrt von einer Anzahl Sekretionskanälchen, denen an ihren freien Enden die Drüsenzellen (*dr*) aufsitzen. Mitunter erhebt sich die von den Kanälen durchbohrte Stelle hügelartig (*h*). Auf das an sich schwierige Aufsuchen dieses Drüsensystems habe ich nicht viel Zeit verwendet, da es wegen seiner Kleinheit wohl nur eine ganz untergeordnete Rolle, wahrscheinlich nur die einer Schmierdrüse spielt und somit nur ein geringes Interesse bietet.

---

[1] l. c. p. 66.

[2] l. c. p. 226.

Es fehlt dieses System bei Apis mellifica. Gefunden habe ich es bei: Bombus, Psithyrus, Megachile, Anthidium, Anthophora, Melecta, Andrena, Osmia und Dichroa.

Bei allen fünf Systemen finden sich konstant drei Schichten: Intima, Zellschicht und Propria. Das Erkennen dieser drei Schichten oder Häute ist indessen oftmals schwer, ja unmöglich und daher kann denn nicht überall die Kontinuität derselben festgestellt werden. Am komplicirtesten ist das Verhalten dieser drei Schichten bei den einzelligen Drüsen und ich habe desshalb auch bei der Beschreibung derselben die Propria außer Acht gelassen, zumal ihre Anordnung ohne Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte kaum verständlich gewesen wäre. Auf den Stielen oder den Sekretionskanälen der einzelligen Drüsen vermisst man sowohl Zellenschicht als Propria, und doch ist letztere auf denselben vorhanden, und auch wohl die erstere, wenigstens dem Principe nach. Einzelne abnorme Fälle sind hier besonders geeignet Aufschluss zu verschaffen. So fand ich bei einem Exemplar von Melecta an vielen der Kanälchen in der Mitte oder an einer anderen beliebigen Stelle Kerne aufsitzen, über welche eine feine Membran zog, die an dem Kanälchen allmählich verloren ging. Wir hätten also an solchen Stellen Intima, Zellschicht und Propria.

Vor allem Anderen aber ist die Entwicklungsgeschichte geeignet die Kontinuität dieser drei Schichten nachzuweisen, wie sie denn auch noch auf andere Punkte ein helles Licht wirft. Begreiflich, dass wir derselben, so weit sie hier uns interessirt, ebenfalls unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Entwicklungsgeschichte.

Die Ausstattung des Systems II und III mit einem Spiralfaden, welcher dem der Tracheen sehr ähnlich ist, könnte die Meinung aufkommen lassen, dass wohl diese Speicheldrüsen modificirte Tracheen wären. Auch System I zeigt, dass seine Intima nicht weit von der spiraligen Struktur entfernt ist; denn, wenn man den Sammelkanal des System I zerreißt, so rollt die Intima sich häufig als ein spiraliges Band aus einander. Es würden in diesem Falle System IV dem Mandibelsegmente, System II und III dem zweiten Maxillensegmente und System I, allerdings etwas von der ursprünglichen Stelle entfernt, dem ersten Maxillensegmente entsprechen. Allein Hatschek[1] hat für die Lepidopteren nachgewiesen, dass Tracheen und Speicheldrüsen nichts mit einander gemein haben, indem letztere an der inneren Seite der Mundwerkzeuge entstehen, erstere aber an deren äußerer Seite, wenigstens im rudimentären Zustande, sich zeigen. Natürlich liegt es nahe anzunehmen, dass die Verhältnisse bei den Hymenopteren die gleichen sind. Dagegen spricht Hyatt[2] die Vermuthung aus, dass System III der Speicheldrüsen aus der Spinndrüse der Larve entstehe und allen Hymenopteren zukomme. Obwohl nun diese Vermuthung durch die Lage der beiden Drüsen einigermaßen gestützt wird, setzt doch die Verästelung des Systems III in die erwähnten zahllosen Schläuche derselben ein nicht geringes Bedenken entgegen.

Meine Untersuchungen haben nun gezeigt, dass System I und IV vollständig Neubildungen sind, System III zum Theil aus der Spinndrüse der Larve hervorgeht, System II und V aber von diesem letzteren aus sich entwickeln.

Betrachten wir desshalb zunächst die Spinndrüse der Larve.

Die Spinndrüse der Bienenlarve liegt jederseits am Darmkanal als ein durch spiralige Drehung wellenförmig gewundener Schlauch, dicht in das umgebende Parenchym eingebettet. Vorn, im Kopfe, vereinigen sich die beiden Schläuche (Taf. VII, Fig. 1 *v*), und der gemeinsame Ausführungsgang mündet auf einer konischen Papille der Unterlippe. Nach ihrer histologischen Beschaffenheit lässt die Spinndrüse zwei deutlich verschiedene Strecken unterscheiden. Der vorderste Theil wird von dem gemeinsamen Ausführungsgange und noch einer kurzen Strecke der beiderseitigen Schläuche (bis *g*) gebildet, während der zweite Theil den Rest bis zum blindgeschlossenen Ende darstellt. Die ganze Drüse zeigt, wie zu erwarten, die drei üblichen Schichten. Die Intima des ersten Theiles, eine unmittelbare Fortsetzung der epidermalen Cuticula, ist mäßig zart und zeigt viele Runzeln und Querfalten. Die darüber lagernde Zellschicht, welche kontinuirlich in die Hypodermis übergeht, hat schon am ersten Theile ein ungleiches Verhalten. Diejenigen Zellen, welche die Wandungen des gemeinsamen Ausführungsganges bilden, besitzen parallel zum Lumen desselben eine durchschnittliche Größe von

---

[1] Beiträge zur Entw. der Lepidopteren Inauguraldiss. 1877. p. 16. Jenaische Zeitschr. Bd. XI. p. 134, 135.

[2] American Naturalist. Bd. XV. Jahrg. 1881. p. 113—119.

0,009—0,010 mm und senkrecht dazu 0,044 mm, sind also palissadenförmig angeordnet. Nach hinten geht diese palissadenförmige Anordnung allmählich in eine pflasterartige über, so dass die Zellen bei *e* nur noch 0,035 mm senkrecht zum Lumen messen. Im umgekehrten Verhältnis zu der Zellenschichtstärke steht die allmähliche Erweiterung des Lumens, welche nach der Gabelung beginnt und am hinteren Ende zur Bildung einer reservoirähnlichen Ausbuchtung hinführt (das Lumen beträgt nach der Gabelung 0,078 mm, erweitert sich allmählich zu 0,14 mm und misst an der breitesten Stelle [*e*] 0,306 mm). An dieser letzten inserirt sich nun hinten (bei *g*), mit scharfer Absetzung der zweite eigentlich drüsige Theil. Derselbe misst an seiner Ansatzstelle 0,306 mm, wird aber allmählich schmäler und schwankt in der Breite zwischen 0,210 bis 0,157 mm. Die Zellen der Zellschicht haben ein trübes Aussehen und sind desshalb nicht gut messbar. Ihre größte Ausdehnung besitzen sie aber senkrecht zum Lumen des Schlauches. Die Kerne sind nicht verästelt, sondern schön rund, enthalten mehrere Kernkörperchen und messen 0,01—0,013 mm. Das wegen der Undurchsichtigkeit der Zellen und der Zartheit der Intima nicht genau messbare Lumen beträgt ungefähr 0,160 bis 0,105 mm. Bei Behandlung der Drüse im frischen Zustande mit Pikrokarmin färben sich die Drüsenzellen nicht oder nur sehr wenig (mit Ausnahme der Stellen wo die Drüse eingerissen ist), weniger die vor und an der Gabelung gelegenen, leicht diejenigen an der Verbreiterung des ersten Theiles.

Bei einer Larve, welche sich bereits eingesponnen hatte und im Begriff war, in das Stadium der Halbpuppe einzutreten, erschien der secernirende Theil der Drüse stark zusammengesunken, von körnigem Aussehen und einer Breite von nur noch 0,105—0,078 mm. Von Zellwänden war nichts mehr zu sehen und der ganze Raum zwischen Intima und Propria war angefüllt mit Zellkernen, welche an Größe denen der thätigen Drüse nicht merklich nachstanden. Das trübe Aussehen der Masse, in welche diese Zellkerne eingebettet waren, rührte von feinen Fetttröpfchen her, von denen sogar die Kerne nicht verschont blieben. Eine Vermehrung der Kerne schien nicht eingetreten zu sein, da das engere Zusammenliegen derselben durch das Zusammenfallen des Schlauches seine Erklärung fand. Es wäre auch eine Kernvermehrung vollkommen überflüssig, da der betreffende Theil der Drüse, wie wir sehen werden, zu Grunde geht.

Da Versuche, diese Drüse an weiter fortgerückten Stadien zu präpariren, zu keinem Resultate führten, nahm ich zu Schnitten meine Zuflucht. Ich fertigte zunächst einige Schnitte durch vier- bis fünftägige Larven an um die etwa durch die Härtung hervorgerufenen Veränderungen zu beobachten. Fig. 2 auf Taf. VII zeigt den Durchschnitt durch die Spinndrüse einer solchen Larve. Die palissadenartig angeordneten Zellen besitzen einen mäßig großen Kern und springen etwas in das Lumen des Schlauches vor (*z*). Intima (*i*) und Propria (*p*) sind nicht deutlich wahrnehmbar. Im Centrum des Lumens befindet sich eine zusammengehäufte Sekretmasse (*s*) und eine dünne Schicht von eben solcher ist den Zellen angelagert (s_1). Fig. 3, welche einen Schnitt durch das zuvor erwähnte Stadium darstellt, zeigt die Zellen bedeutend verkleinert, lässt aber die Zellgrenzen noch erkennen, eben so die Kerne. Das Sekret füllt als körnige dichte Masse das Lumen beinahe aus, nur einen kleinen Zwischenraum zwischen sich und den Zellen lassend. Die Messung der Zellen ergab 0,022 mm, während die Zellen der viertägigen Larve 0,059 mm maßen. In einem darauf folgenden Stadium (Fig. 4) waren in der Zellschicht weder Grenzen noch Kerne zu erkennen; der Raum zwischen Intima und Propria wurde von einer strukturlosen Substanz ausgefüllt (*z*) und maß nur noch 0,0065 mm. Während dieser Process des Zusammenschrumpfens nun weiter fortschritt, bildete sich von der Epidermis her, eine unmittelbare Fortsetzung dieser letzteren, die Zellschicht der neuen Drüse, so dass die letztere von der Propria der alten Zellschicht bedeckt blieb und die Reste des zurückgebliebenen Spinnsekretes in sich einschloss. Es zeigt sich also hier ein vollständig anderes Verhalten, als es Weismann[1] von Musca beschreibt. Dort bildete sich die Speicheldrüse des Imago vollständig neu, so dass Weismann sogar in einem Falle die alte Larvendrüse noch neben der neugebildeten Speicheldrüse vorfand.

Der Neubildungsprocess setzt sich von vorn nach hinten fort und zwar gerade so weit, als der erste Theil der Spinndrüse reichte (also bis *g* in Fig. 1). Da, wo die Erweiterung (*e*) war, wird frühzeitig das neue Reservoir angelegt. Weiter nach hinten liegen dann noch die Überbleibsel des secernirenden Theiles der Spinndrüse, resp. des Sekretes. Fig. 5 zeigt ein solches, das von der einen Seite her noch von der Propria bedeckt und an den anderen Seiten in Auflösung begriffen ist, so dass von ihm peripherische, kaum sichtbare Strahlen auszugehen scheinen (*st*). Wie sich die neuen Zellen eigentlich bilden, habe ich bei der unzureichenden Eosinfärbung, die freilich immer noch allen anderen vorzuziehen war, nicht sehen können, obgleich ich unsäglich viel Zeit darauf verwendet habe, aber ich vermuthe, dass das alte Larvenmaterial nicht dazu verwendet wird, da ich zwischen Propria und neuer Zellschicht einmal einen kleinen Rest jener feinkörnigen strukturlosen Masse gefunden habe. Ob die alte Propria persistirt, wage ich ebenfalls nicht zu entscheiden. Ich habe sie aber sehr lange als einzige Haut auf der neuen Zellschicht verfolgen können. Die Frage nach dem Schicksal dieser Haut fällt im Wesentlichen mit derjenigen zusammen, ob die Propria bindegewebiger Natur ist oder eine Ausscheidung der an ihr liegenden Zellen, welche epidermalen Ursprunges sind, darstellt. Im ersteren Falle würde sie wohl persistiren, während sie im letzteren Falle durch die neu abgeschiedene Propria verdrängt werden würde. Einen Schnitt durch den bereits vollständig neugebildeten Ausführungskanal zeigt Fig. 6. Die alte Propria hat sich von der Zellschicht, auf der keine neue Propria zu bemerken ist, wahrscheinlich durch die Wirkung des Schnittes abgehoben. Innerhalb der neuen Zellschicht liegt die alte Intima zusammengeknittert (*i*). Durch Ausstülpung bilden sich von dem neuen Reservoir zunächst die Hauptäste, von diesen ebenfalls durch Ausstülpung die Äste höherer Ordnung und schließlich die Sekretionsschläuche.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XIV. 1864. p. 264.

System I bildet sich an der unteren Schlundwand als eine mit Zellenwucherung bekleidete kegelförmige Einstülpung der Epidermis (Taf. VII, Fig. 7) schon bei Larven, welche in die Halbpuppe übergehen. Die Zellschicht dieser nach hinten gerichteten Einstülpung ist ziemlich breit, aber jede von den sich gegenseitig auskeilenden Zellen berührt sowohl Intima als Propria[1] (Fig. 7 *s* und *p*).

Schon sehr frühzeitig tritt an der Einstülpung des Systems I eine Biegung auf, wodurch ein seitlich und etwas nach vorn offener Winkel entsteht. Die beiden Schenkel bilden die Hauptbestandtheile der späteren Drüse. Der obere, der von vorn außen und oben nach unten hinten und innen gerichtet ist, bildet das spätere Reservoir, der untere nach vorn und außen gerichtete wird zur eigentlichen Drüse. Der untere Schenkel wächst nun immer weiter, legt sich in Windungen und nimmt so seine definitive Lage ein. Während dessen ist aber an der Zellschicht eine Differenzirung eingetreten. Es haben sich nämlich die Zellen des dicken Zellmantels durch Klüftung in kleine durch Zwischenräume getrennte Gruppen gespalten (Fig. 8 *ac*), welche noch ziemlich parallele Wandungen besitzen und an der Außenseite durch die über die Lücken hinwegziehende Propria verbunden werden. Mit dem am hinteren blinden Ende fortschreitenden Längenwachsthum des Schlauches werden die Lücken breiter und die Propria senkt sich in dieselben hinein. Die Acini, denn das sind die Zellgruppen, werden immer deutlicher und runden sich zugleich etwas ab. Zwischen den Acini bleibt aber eine Schicht Zellen liegen und wir erhalten so schließlich ein Bild wie Fig. 9. *ac* stellt einen Acinus dar, *ch* die auf dem Sammelkanal liegen bleibende Zellenschicht, *p* die Propria, welche sich über beide hinwegzieht und nur an dem Winkel, welchen der Acinus mit der Zellschicht (*ch*) bildet, als eine zarte, gefaltete Membran deutlich zu sehen ist (*p*). Die Sekretionszellen des maulbeerförmigen Acinus sitzen vermittels langer Stiele dem Sammelkanale auf, und der Querschnitt eines solchen Acinus zeigt einen Kranz von Zellen, welcher in der Mitte die Durchschnitte der Stiele der obersten Zellen enthält (Fig. 10 *c*). Die Weiterbildung der Drüse geschieht durch eine stielartige Verlängerung des unteren Theiles der Acini und eine Abflachung des den Sammelkanal bedeckenden Zellmantels, hervorgerufen durch das Längswachsthum desselben. Zu ergründen, wie sich die Sekretionskanälchen bilden, wollte mir nicht gelingen. Doch entsteht wohl ohne Zweifel der mit stärkeren Wandungen versehene Theil durch Ausstülpung von der Intima des Kanales her, in die er unmittelbar übergeht. Daher kann es denn nicht Wunder nehmen, wenn an einzelnen Sekretionskanälchen Kerne sitzen, welche von der Ausstülpung mit in die Höhe genommen sind.

---

[1] Die Propria lässt sich als eine zusammenhängende Haut unter der ganzen Epidermis verfolgen und überkleidet so natürlich alle Einstülpungen der Epidermis von innen her.

Gleichzeitig und auf dieselbe Weise wie System I legt sich System IV an. Es bildet anfänglich eine epidermale Einstülpung, welche von der dicht daneben gelegenen Einstülpung der Kiefermuskelsehne nicht zu unterscheiden ist. Hat die einen Hohlraum im Innern bildende Einstülpung eine bestimmte Größe erreicht, so erhebt sich ein Theil der Zellen (Taf. VII, Fig. 11 *dr*) über das Niveau der anderen (*ch*), die Propria (*p*) mit in die Höhe nehmend. Die erstgenannten Zellen bilden die späteren Drüsenzellen, die tiefer gelegenen dagegen die der Intima auch später dicht aufgelagert bleibende Zellschicht.

Mit der Schilderung der weiteren Entwicklung dieser Drüse möchte ich die Untersuchung der Fragen: »Sind die sogenannten Neuroidfasern Engelmann's[1] nervöser Natur?« und »Woraus bestehen die Leydig'schen „bindegewebigen Brücken"?« verknüpfen.

Da die Angaben über die Endigungsweise sekretorischer Nerven keineswegs eine allgemeine Zustimmung genießen, stellte Engelmann mit Th. W. van Lidth de Jeude Untersuchungen an, welche ihn zu dem Resultate führten, dass die weitaus größte Zahl der angeblichen Nerven nichts Anderes als Bindegewebsstränge sein können, die nur eine Art von Suspensorium bilden. Auch Wespen und Bienen zog Engelmann mit in das Bereich seiner Untersuchungen. Hier fand er an jedem Bläschen der Speicheldrüsen ein oder mehrere Fäserchen, die weder Tracheen waren, noch Bindegewebsfasern zu sein schienen; es gelang ihm aber nicht, sie im Zusammenhange mit echten Nervenstämmen zu präpariren. Auch konnte er wegen ihrer so äußerst geringen Dicke nichts Sicheres über ihre Verbindung mit den Drüsenzellen ermitteln. Als Musterobjekt empfiehlt er Bombus, an dessen Speicheldrüsen er wahre Nerven fand und ihre Endigungen auch richtig erkannte[1].

---

[1] Pflüger's Arch. f. die gesammte Physiologie. Bd. XXIV. Jahrg. 1881. p. 177 ff.

Wie es nun meine Untersuchungen mit sich brachten, habe ich eine sehr große Menge von Speicheldrüsen untersucht und, durch Engelmann's Angaben angeregt, auch ein besonderes Auge auf die betreffenden Fasern gehabt, und ich glaube denn auch über deren Natur, wenigstens bei den Bienen, vollkommen unterrichtet zu sein. Das System III wird bei Apis mellifica von je zwei Nervenstämmen versorgt, welche zu beiden Seiten des Reservoirs entlang verlaufen und sich zwischen den Schläuchen verzweigen. Es wird aber nicht jeder Schlauch, wie Engelmann annimmt, mit einem Nervenästchen versehen. Die Endigung des Nerven an den Drüsenzellen geschieht in der Weise, dass der Inhalt der Nervenfaser die Propria durchsetzt und mit der an der betreffenden Stelle liegenden Drüsenzelle verschmilzt, ohne irgend welche bemerkbaren Differenzirungen zu zeigen (Taf. VII, Fig. 12 *n*). Das Neurilemma der Nervenfaser geht in die Propria über. Von letzterem Verhalten kann man sich deutlich überzeugen, wenn man die Drüse vorsichtig zerzupft. Da die Nerven dann von den Drüsenzellen abreißen, erhält man zwei auf einander passende Rissstellen und sieht zugleich den Übergang von Neurilemma und Propria ganz deutlich.

Die Nervenfasern haben einen ganz charakteristischen Bau, der dieselben, wenn man ihn öfter gesehen, sofort von allen anderen Fasern und Brücken unterscheiden lässt. Sie enthalten einen fibrillären Inhalt, ohne jedoch wirkliche Fibrillen zu zeigen, und meist in kleinen Anschwellungen liegende Kerne. Charakteristisch dagegen für alle anderen hier in Frage stehenden Gebilde ist die Kernlosigkeit. Eben so fehlt in der Regel auch ein Inhalt; ist solcher jedoch vorhanden, dann besitzt er genau dasselbe Aussehen, wie der Inhalt der durch die Fasern verbundenen Zellen. Allerdings fand ich auch öfter Fasern, welche in ihrem spärlichen Inhalte Kerne enthielten, es gelang mir aber stets, dieselben als Peritonealhüllen von Tracheen nachzuweisen, aus denen die spiralige oder nicht mehr spiralige Intima herausgerissen war.

Die inhaltslosen Fasern (Taf. VII, Fig. 12 *f* u. *l*) erregen schon durch ihr stellenweise massenhaftes Auftreten Zweifel an ihrer nervösen Natur, und das um so mehr, als sie sich oft in großen Mengen in der Umgebung des wahren Nerven befinden. Sie finden sich meist an den Enden und Erhabenheiten der Schläuche und besorgen deren Verbindung sowohl unter einander als auch mit Fettzellen und Nerven; bei letzteren jedoch, und das ist wichtig, nur mit dem Neurilemma. Meist setzen sich diese Fasern mit einem verbreiterten Ende an (*f*) und zeigen an demselben eine nach der Ansatzstelle zu divergirende Streifung, welche man bei stärkerer Vergrößerung als Falten der feinen Faserhaut erkennt. Diese feine Haut geht unmittelbar in die Propria über; die Zellenschicht aber zieht mit scharfer Grenze unter ihr hinweg, so dass eine Kommunikation mit dem Inhalte der Zellen nirgends vorhanden ist. Eine Modifikation dieser sich oft vielfach verästelnden Fasern, durch zahlreiche Übergänge mit ihnen verknüpft, bilden sehr zarte Fäserchen (l_1 und *l*), in denen man kein Lumen erkennen kann.

---

[1] Welche Speicheldrüsen Engelmann bei den Bienen untersucht hat, ist aus seiner Beschreibung nicht zu ersehen. Von Bombus untersuchte er System III.

Die mit Inhalt versehenen Fasern finden sich namentlich zwischen sehr nahe gelegenen Schläuchen, ja sogar zwischen zwei Krümmungen eines und desselben Schlauches. Sie besitzen oft gleichen Durchmesser wie die Nerven, zeigen aber, wie schon erwähnt, einen feinkörnigen, von dem der Drüsenzellen in keiner Weise sich unterscheidenden Inhalt. Es lag nahe, in ihnen ähnliche Gebilde zu vermuthen, wie die von LEYDIG beschriebenen, bindegewebigen Brücken.

Diese Brücken finden sich ausgeprägt bei den einzelligen Drüsen, also auch bei System IV. Kehren wir desshalb wieder zu der vorhin verlassenen Entwicklungsstufe von System IV zurück (Taf. VII, Fig. 11). Wir hatten hier gesehen, wie ein Theil der Zellen sich über einen anderen Theil, die Propria mit sich in die Höhe nehmend, erhebt. Da bei Apis mellifica die weiteren Entwicklungen wegen der dichten Aneinanderlage der Zellen weniger deutlich zu erkennen sind, machte ich Schnitte durch das betreffende System bei B. silvestris, welche denn auch die bereits vorher von mir erschlossene Entstehungsweise der Brücken deutlich zu zeigen im Stande war. Fig. 17 auf Taf. VII stellt einen solchen Schnitt theilweise dar. Die Sekretionszellen haben sich hier schon bedeutend weiter von der Intima entfernt, und sowohl zwischen derselben und den Drüsenzellen, wie auch zwischen letzteren finden sich helle, runde, mit einem Kern versehene Zellen (*bl*), Blutzellen, welche sich auf irgend eine Weise den Zutritt in den von der Propria vollständig abgeschlossenen Raum verschafft haben müssen.

Durch das Erheben der Sekretionszellen sinkt die Propria zwischen ihnen in die Tiefe, da sie bestrebt ist, sich den Zellen so dicht wie möglich anzulegen, ganz genau so, wie es bei System I beschrieben worden ist. Schreitet das Erheben der Zellen nun immer weiter fort, so wird auch die Propria in demselben Maße immer tiefer sinken und schließlich, wie bei System I die Acini mit ihren Stielen, hier die einzelnen Zellen und deren Stiele kontinuirlich überziehen. Bleiben nun aber die Zellen bei ihrer Erhebung stellenweise dicht an einander gefügt, so kann die

Propria an dieser Stelle nicht in die Tiefe sinken und es wird schließlich ein Verhältnis entstehen, wie es das Schema in Fig. 13 angiebt. Es wird nämlich eine senkrechte Wand (*lam. p*) zwischen zwei benachbarten Einsenkungen entstehen, welche sich von dem Stiel der einen der mit einander verbundenen Zellen bis zu dem der anderen ausspannt und gebildet wird aus einer Propriaduplikatur. Strecken sich nun die Stiele immer mehr, und entfernen sich die Zellen immer weiter von einander, so geräth die Lamina propria so in Spannung, dass sie schließlich einreißt und eine fensterartige Öffnung bildet (Schema in Fig. 14 *f*). Statt dieser einen Öffnung können natürlich, wenn die Stiele an einer Stelle besonders genähert sind, deren zwei, eine oberhalb und eine unterhalb dieser Stelle, entstehen. Bei entsprechenden Verhältnissen können sich sogar deren mehrere bilden. Durch die entstandenen Öffnungen dringen nun Blutzellen und Tracheen (Fig. 17 *tr*) ungehindert ein, ja sie betheiligen sich höchst wahrscheinlich auch aktiv an der Durchbrechung (*r*) der Propria. Mit dem Fortschreiten dieses Processes erhalten wir ein Verhältnis wie es Fig. 17 vorstellt und endlich freie, langgestielte Zellen, welche durch Brücken verbunden sind, die aus einer Propriaröhre und sich in dieselbe hinein erstreckenden Zellfortsätzen gebildet werden. Werden mit dem Alter die Zellgrenzen undeutlich, so erhalten wir Brücken wie *br* in Fig. 12, deren Entstehungsweise durch Fig. 16 veranschaulicht ist.

Bisweilen findet man nun aber auch zwischen zwei Zellen, welche sich etwas weiter von einander entfernt haben, Brücken, aus denen sich die Zellenfortsätze fast ganz zurückgezogen haben, so dass sie nur noch an den Enden sichtbar erscheinen (Fig. 15 *k*). Denkt man sich diesen Process des Zurückziehens weiter fortgesetzt, so erhält man schließlich Gebilde, welche vollständig mit den inhaltslosen Fasern vom System III übereinstimmen. Und sicher ist auch der größte Theil dieser Fasern auf die eben beschriebene Weise gebildet worden, da ja die Sekretionsschläuche durch Ausstülpung aus dem Reservoir gebildet werden und nothwendig die Propria eben so mit sich in die Höhe nehmen müssen als die Drüsenzellen bei den einzelligen Systemen. Ein Umstand, der sehr geeignet ist für die Richtigkeit der gegebenen Erklärungsweise zu sprechen, ist der, dass bei System I, wo, wie gesagt, die Propria in die Tiefe sinkt und nicht durch zu enges Aneinanderliegen der Acini daran gehindert wird, durchschnittlich sich solche Fasern und Brücken nicht zeigen.

System II entwickelt sich viel später als die anderen Systeme. Erst in der weißen Puppe fand ich seine erste Andeutung in Gestalt einer rechts und links am gemeinsamen Ausführungsgange von System III gelegenen, Anfangs soliden Zellwucherung (Taf. VII, Fig. 18 *w*). In diese Zellwucherungen treibt die Intima Seitenkanäle hinein, welche sich in gleicher Weise wie die ihr aufliegende Zellschicht verlängern und verästeln, um endlich durch Ausdehnung ihres Lumens die Sackform anzunehmen. Aus dem so späten Auftreten dieser Drüse ist man wohl berechtigt anzunehmen, dass sie eine erst spät von dem Bienengeschlecht erworbene Bildung darstellt. Dem entsprechend kommt sie auch nur den höher stehenden Bienen, als Apis, Bombus, Psithyrus, Megachile und Coelioxys zu.

Die Entwicklung von System V habe ich nicht weiter verfolgt, da es sich von vorn herein annehmen lässt, dass dieselbe in gleicher Weise wie bei System IV vor sich gehen dürfte. Es legt sich auch erst spät an.

Rückblick.

Nachdem wir alle fünf Systeme der Reihe nach betrachtet haben, dürfte es wohl nicht unpassend sein, auf ihre Gesammtheit noch einmal einen Rückblick zu thun.

Alle Drüsen haben die Aufgabe ein Sekret zu liefern, je mehr aber die einzelnen Zellen sich an der Sekretion betheiligen, desto reichlicher wird das Sekret auch bei einer geringen Anzahl von Sekretionszellen sein.

Bei den Speicheldrüsen der Bienen finden wir nun zwei grundverschiedene Wege, auf welchen dies erreicht wird, und innerhalb dieser zeigen sich verschiedene Grade der Vollkommenheit. Die beiden verschiedenen Anordnungen, in der die Zellen ihrer Aufgabe gerecht werden, könnte man wohl passend mit den Namen des intercellulären und des intracellulären Typus bezeichnen.

Der intercelluläre Typus zeigt sich in seiner einfachsten Form bei System II von Apis und System III von Colletes. Wir finden einen Sack, dem eine einfache Schicht von Zellen aufgelagert ist, so dass jede derselben mit einer verhältnismäßig breiten Fläche an den gemeinsamen Hohlraum grenzt und durch die Membran dieser Seite ihr Sekret abgiebt. Die dieser Seite gegenüber liegende von beinahe gleicher Größe kann aus dem Blute die zusagenden Stoffe aufsaugen. Strecken sich die Säcke in die Länge, so nehmen sie an Durchmesser ab, und wir erhalten die Schlauchform (System III). Den allmählichen Übergang bildet System II von Megachile und Coelioxys. Bei beiden, Sack und Schlauch, haben die Zellen ihre größte Ausdehnung parallel zum Lumen. Werden die Zellen sphäroidaler, so wird die dadurch hervorgerufene verhältnismäßige Verkleinerung der absondernden Fläche einigermaßen dadurch ausgeglichen, dass sich zwischen die Zellen Abfuhrkanäle einbohren und die Zellen weniger dicht an einander schließen (Anthophora, Hylaeus). Indessen stehen die Drüsen letzterer Konstruktion den einfachen Schläuchen und Säcken bedeutend nach. Denn bei der Schlauch- und Sackform bietet sich den Zellen eine viel größere das von ihnen abgesonderte Sekret aufnehmende Fläche, als das bei den im Verhältnis zu den großen Zellen nur sehr engen Kanälchen von Hylaeus und Anthophora der Fall ist. In Folge davon finden wir bei den höheren Bienen die Schlauch- und Sackform.

Der intracelluläre Typus findet sich bei System I, IV und V. Hier sind die Zellen den Sammelbehältern nicht dicht angelagert, sondern flottiren in der Leibeshöhle an langen Stielen befestigt, so dass sie ihre ganze Oberfläche dazu benutzen können die zusagenden Stoffe aus dem Blute aufzusaugen. Dieser großen Aufsaugefähigkeit kann natürlich eine eben so starke Sekretionsfähigkeit entsprechen. Da nun aber die Oberfläche schon zum Aufsaugen verwendet wird, muss eine andere Einrichtung getroffen werden, um entsprechende Mengen Sekret zu entleeren; und dies geschieht durch Sekretionskanälchen, welche sich in die Zellen einbohren, im Plasma herumlaufen und so eine entsprechende Absonderungsfläche bieten. Wir müssen also diesem Typus eine viel stärker sekretorische Thätigkeit zuschreiben als dem intercellulären.

Nun finden wir aber gerade bei der höchststehenden Biene Einrichtungen, welche die Vortheile des intracellulären Typus wieder aufzuheben scheinen. Bei System IV bildet die Drüsenzellenschicht einen dicht geschlossenen Besatz um den Intimasack, nur hier und da Intercellularräume zwischen sich lassend. Bei System I finden wir die bei Bombus freien Zellen in Acini verpackt. Für Beides muss ein nothwendiger Grund vorliegen, und der findet sich denn auch in der bedeutend größeren Anzahl von Zellen. Bei System IV liegen die Drüsenzellen nicht so dicht an die Intima an, dass das Eindringen der Blutflüssigkeit dadurch unmöglich würde, zudem auch in der That die Intercellularräume dafür sorgen, dass solches geschieht. So wird also der Nachtheil der engen Verpackung durch ein großes Plus von Zellen und dadurch, dass Intercellularräume die Bespülung der Zellen mit Blut auch von unten her vermitteln, reichlich ausgeglichen. Bei System I findet sich ebenfalls ein sehr bedeutendes Plus von Zellen, woher sich denn auch die so außerordentliche Verdünnung der dem Sammelkanal aufliegenden Zellschicht (gegenüber Bombus) erklärt. Würden diese Zellen alle frei flottiren, so würden sie sich ebenfalls so dicht an einander legen wie bei System IV und dem Blute eine nur kleine Oberfläche bieten. Durch die gruppenweise Zusammenschnürung wird dem Blut mehr Zutritt verschafft und die Oberfläche bedeutend vergrößert, so dass durch diese Einrichtung und das Plus von Zellen die nothwendige Zusammenschnürung ausgeglichen wird. Wenngleich nun eine Zelle in dem Maße secerniren kann, als ihre aufsaugende Fläche sich vergrößert, so ist doch die Sekretionsfähigkeit noch viel mehr abhängig von der Ausdehnung der absondernden Fläche. Offenbar wird von zwei Zellen mit gleicher Aufsaugungsfläche diejenige am thätigsten secerniren, der die größte Absonderungsfläche eigen ist, und bei verhältnismäßig kleiner Aufsaugungsfläche wird eine Drüsenzelle um so energischer wirken, je größer ihre Absonderungsfläche ist. Nun ist aber der innerhalb der Zelle befindliche zarte Theil des Sekretionskanales bei Apis mellifica bedeutend länger als bei anderen Bienen und außerdem sind die Zellen viel kleiner, so dass also die absondernde Fläche in den einzelnen Drüsenzellen verhältnismäßig bei Apis eine sehr viel größere ist. Rechnet man dazu noch, dass die Gesammtlänge der Drüse verhältnismäßig eine bedeutend größere ist, so kommt man zu dem Resultat, dass System I bei der Honigbiene im Verhältnis zu den anderen Bienen sehr beträchtlich stärker fungirt.

Es erübrigt nun noch einige Worte über die Funktion der verschiedenen Speicheldrüsensysteme zu sagen.

Funktion.

Wie bereits erwähnt, sind zum Theil recht wunderliche Ansichten über die Funktion der Speicheldrüsen kund geworden. So hielt Ramdohr System II für ein Geruchsorgan und glaubte, dass System III als Fortsetzung desselben mit den Tracheen des Thorax in offener Kommunikation stünde. Späterhin berichtigte er freilich seinen Irrthum. System III hielt Fischer für eine »Insektenlunge«, eine Ansicht, die ich wohl mit Stillschweigen übergehen kann. System IV glaubt Wolff für eine Riechschleimdrüse ansehen zu müssen, welche die unter der Oberlippe gelegene Riechhautfalte, alias Epipharynx genannt, mit Riechschleim zu versehen habe.

Wenn nun auch Wolff's Hypothese im Allgemeinen unter den Zoologen keinen Anklang gefunden haben mag, besonders da Leydig[1] bereits die muthmaßlichen Geruchsorgane in den Fühlern der Insekten beschrieben hatte, so möchte ich doch auf diesen Punkt ein wenig näher eingehen, zumal Graber[2] sich in den »Naturkräften« wörtlich so ausdrückt: »Aber wie, muss man fragen, kommen denn gerade die Antennen bei den Kerfen, wo doch sonst allerwärts die bis ins Extreme gehende Theilung der Arbeit an der Tagesordnung ist, dazu, Sinnesgliedmaßen für Alles, somit wahre Universalperceptionsapparate zu werden, und bedenkt man denn gar nicht, dass diese Fühlhebel mit dem, was man sich unter einer Nase vorstellt, auch nicht die entfernteste Analogie besitzen? Aber trotz alledem und obwohl noch Niemand[1] bewiesen hat, dass die Kerfantennen gegen riechende Stoffe irgend eine Empfindlichkeit an den Tag legen, würde man dieses Märchen bis auf heute geglaubt haben, wenn nicht Wolff in dem schon erwähnten (»wahrhaft epochemachenden«) Werke über das Riechorgan der Biene den Leuten die Augen geöffnet hätte.«

---

[1] Müller's Archiv für Anatomie etc. 1860. p. 269.

[2] Naturkräfte. Bd. XXI. Insekten. Theil I. p. 304.

Ich kann — im Gegensatze zu Graber — nicht umhin, Wolff vorzuwerfen, dass er leichtfertig und oberflächlich gearbeitet hat, denn sonst müsste er doch, abgesehen von allen Vernunftgründen, sich schon durch die Befunde bei der Drohne und Bienenkönigin von der Unhaltbarkeit seiner Ansicht überzeugt haben. Freilich dokumentirt Wolff auch durch andere Ansichten, zum Beispiel Betreffs des Zellkernes und des Ausfuhrkanälchens, dass er ein recht weites zoologisches Gewissen besitzt.

Es ist überhaupt ein Fehler, bei den niederen Thieren, und wenn es auch die sehr hochstehenden Bienen sind, bezüglich der einzelnen Organe hartnäckig denselben Bauplan wiederfinden zu wollen als bei den höheren, und so z. B. nach »Nasen« zu suchen. Ist es doch nachgewiesen, dass viele fundamentale Unterschiede zwischen beiderlei Formen bestehen. Statt vieler Beispiele will ich nur den Bau der Retina, die Anordnung des Nervensystems und die Genese der Stützapparate erwähnen. Wolff geht aber so weit, von »Knochen« bei Insekten zu reden.

Was nun speciell das Riechorgan betrifft, so hatten bewährte Entomotomen, wie Leydig, bereits auf Grund anatomischer Befunde Ansichten über den Sitz desselben bei den Insekten geäußert, welche ohne gründliche Untersuchung ihrer Objekte zu verwerfen doch wohl mindestens ein gewagtes Unternehmen scheinen musste. Hätte Wolff die Fühler der Biene untersucht, so würde er vielleicht das gefunden haben, was ich als Anhang dieser Arbeit mittheilen werde, und welches wohl im Stande ist, das »Märchen« von Leydig zu bekräftigen.

Doch gehen wir zu den Gründen über, womit Wolff seine Behauptung, dass das System IV der Speicheldrüsen eine Riechschleimdrüse sei, stützt. Die Beschreibung der betreffenden Drüse, die Wolff von der Arbeiterin giebt, ist im Allgemeinen richtig. Über die vermeintliche Verbindung von Kern und Kanälchen habe ich mich bereits ausgelassen. Die der Intima anliegende Zellschicht ist ihm entgangen. Ich stimme mit ihm auch darin überein, dass das Sekret der Drüse stark sauer ist und sehr stark riecht, wenngleich ich seinen Geruch nicht gerade »köstlich« nennen möchte. Damit die Riechhaut immer von dem Schleim feucht gehalten, also von Zeit zu Zeit etwas Sekret über sie ergossen werde, lässt Wolff den Schlund rhythmische Bewegungen ausführen, welche die Gelenkhaut, als deren unmittelbare Fortsetzung die innere Lippe der Drüsenöffnung erscheint, herabziehen und so die Drüse etwas öffnen. Er fügt aber sogleich hinzu, dass man nicht sehen könne, wie sich die Klappe öffnet. Dies ist in der That richtig, denn sie öffnet sich überhaupt nicht. Betrachtet man die zwischen Kiefer und Kopf befindliche Gelenkhaut bei einem in der oben angegebenen Weise befestigten Bienenkopf, so könnte man sie leicht in zwei Regionen theilen, und zwar in eine vordere (*v*), welche sich unmittelbar in die Wange fortsetzt, und eine hintere (*h*), welche zwischen Kiefer und Kopf ausgespannt ist. Beide Regionen gehen natürlich in einander über. Ist nun der Kiefer geschlossen, so müsste, um die Öffnung zu erweitern, ein Zug auf die Unterlippe derselben ausgeübt werden, wie es der daneben befindliche Pfeil angiebt. Bei einer Schlundkontraktion würde aber nur der vordere Theil (*v*) der Gelenkhaut afficirt und nicht der hintere (*h*), da er zwischen Oberkiefer und Kopf ausgespannt ist. Höchstens könnte durch den Zusammenhang mit dem vorderen Theil der hintere etwas in der Richtung des oberen Pfeiles verzogen werden, wodurch aber nie eine Öffnung der Mündung erzielt werden würde. Bei geschlossenem Kiefer wird die Mündung aber außerdem durch denselben und den Kopfrand zusammengepresst.

---

[1] Die so interessanten Versuche von Dönhoff (Eichst. Bienenztg. Jahrg. 1854, p. 231 und 1855, p. 44) scheint Graber ganz übersehen zu haben.

Wenn die Biene scharf riechen will, so sagt Wolff, öffnet sie ihre Oberkiefer weit. Als Beleg dafür führt er das Verhalten derjenigen Bienen an, welche um die Königin die Corona bilden. Von diesen solle immer die eine oder die andere einen Schritt vorwärts thun, den Kopf erheben und ihn, die Oberkiefer weit öffnend, dem gegenüber liegenden Theile der Königin nähern. Dass auf diese Weise die Bienen »wie zärtlich liebende Kinder« von dem notorisch feinen Dufte ihrer Mutter so viel als möglich genießen wollen, kann ich nicht glauben. Ich habe zwar diesen Vorgang nicht selbst beobachtet, glaube ihn aber doch ganz anders erklären zu müssen. Wenn Wolff denselben gesehen hat, so musste er doch, um ihn eben zu sehen, den Bienenstock geöffnet haben. Nun regt aber natürlich jede Öffnung des Bienenstockes die Insassen mehr oder minder auf. Wenn die Bienen aber erregt sind, so sperren sie beim Annähern eines verdächtigen Gegenstandes, also hier des Beschauers, oftmals die Kiefer aus einander, um, wie so viele Thiere im ähnlichen Falle, ihre Kampfbereitschaft zu zeigen und den Feind einzuschüchtern. Dass die Leibgarde der Königin sich besonders also gebärdet, kann nicht wunderbar erscheinen. Dasselbe gilt für den Fall, dass die Königin zur Begattung ausfliegt. Wie groß die blinde Aufregung der Bienen in solchen Fällen ist, beweist zur Genüge der nicht allzu seltene Fall, dass sie ihre eigene Königin anfallen und verstümmeln.

Pag. 132 folgert Wolff, dass die Bienen auch beim Saugen ihre

Riechhaut reichlich mit Riechschleim befeuchten, offenbar damit sie, wie wir beim Schlürfen, die mit oder ohne Lüftung des Gaumensegels mit eingesogene Luft riechen können. Die interessanten Versuche von Weber[1] haben aber dargethan, dass unser für Luftathmung eingerichtetes Riechorgan nicht zu riechen im Stande ist, wenn es mit einer riechenden Flüssigkeit benetzt wird, ein Faktum, das wohl auch für die ebenfalls Luft athmenden Bienen Geltung haben wird. Daher ist auch unsere Geruchshöhle dermaßen von der Mundöffnung getrennt, dass sie von den eingenommenen Nährstoffen im normalen Zustande nicht berührt wird. Bei den Bienen dagegen ist die sogenannte Riechhaut so gelegen, dass sie von den eingesogenen Säften benetzt, also während des Saugens, wo das Riechorgan gerade recht thätig zu sein Veranlassung hätte, unfähig gemacht wird seine Funktion auszuüben.

Der Geruchsinn dient besonders dazu, das Thier über die Beschaffenheit der Respirationsmedien zu orientiren, seine Nahrung finden zu lassen, vor dem Feinde zu schützen und zu bewirken, dass die beiden Geschlechter zur Brunstzeit sich auffinden[2]. Wenn dieses auch nur ein Erfahrungssatz ist, so dürfen wir doch, da derselbe sehr fest gegründet ist, von einem Organ, welches wir zum Riechorgan stempeln wollen, verlangen, dass es diesen Anforderungen entspricht.

Um mit Erfolg in der angedeuteten Weise wirken zu können, muss ein Riechorgan fortwährend thätig sein, eine Eigenschaft, welche auch alle sicher als Riechorgane nachgewiesenen Organe besitzen. Nun kann man aber Bienen sehr lange Zeit beobachten, ohne dass man bemerkt, dass sie ihre Kiefer öffnen und die sogenannte Riechhaut befeuchten. Überdies deutet die Form und Beschaffenheit der Drüse darauf hin, dass sie nicht fortwährend Sekret ergießen soll, sondern nur zeitweilig und in großen Mengen. Denn wozu wäre sonst der große Sammelraum da, der bei den anderen Bienen noch viel ausgeprägter ist?

Die Beziehung zu dem Geschlechtsleben bringt es mit sich, dass der aufsuchende Theil, wohl meist, und so auch hier, das Männchen, einen stärker entwickelten Geruchssinn besitzt. Wolff aber kommt zu dem Resultate: »dass die Bienenkönigin nicht bloß relativ, sondern absolut die größte Riechschleimdrüse unter den Blumenwespen, wahrscheinlich aber unter allen Hymenopteren, ja vielleicht unter sämmtlichen Insekten, wo nicht unter allen Thieren überhaupt habe«. Man kann wohl den Erfahrungssatz aufstellen, dass Lebensweise und Sinnesorgane einander vollkommen entsprechen, müsste also aus obiger Folgerung Wolff's den

---

[1] Vgl. Internationale wissenschaftliche Bibliothek. Bd. XII. Die fünf Sinne des Menschen von Bernstein. p. 272.

[2] Vgl. Bergmann u. Leuckart, Vergleichende Anat. und Physiologie. 1855. p. 450.

Schluss ziehen, dass die Bienenkönigin eine überaus intelligente Lebensweise führe. Es ist aber absolut nicht einzusehen, was die Königin mehr zu riechen habe als die Arbeiterin, und man kann sogar mit Recht behaupten, dass die Bienenkönigin fast den stumpfsinnigsten Lebenswandel unter allen Hymenopteren führt. Fast ihre ganze Thätigkeit beschränkt sich auf das Auskriechen, eventuelle Beseitigung einer Nebenbuhlerin, und einige wenige Ausflüge. Nach der Begattung hat sie nur noch zu fressen und Eier zu legen, sie sinkt also zu einer Eiermaschine herab. Eine solche Lebensweise würde eher eine Rückbildung der Sinnesorgane vermuthen lassen, nicht aber das Gegentheil.

Was nun aber die Drohne betrifft, so würde diese, nach der Ausbildung der Drüse zu urtheilen, überhaupt nicht mehr riechen, eine Annahme, die denn doch wohl absolut unhaltbar ist. Gerade wenn die Königin einen schönen Geruch verbreitet, müssen wir bei den Drohnen ein besonders dazu passendes Perceptionsorgan voraussetzen. System IV ist also keine Riechschleimdrüse.

Bei den Versuchen die Funktion der einzelnen Speicheldrüsen zu bestimmen, geht man wohl mit Recht von dem Gesichtspunkte aus, dass die Lage und Öffnung auch den Gebrauch bestimmen wird. System IV, mit dem wir sogleich beginnen wollen, liegt, wie schon erwähnt, am Oberkiefer und lässt, wenn dieser geöffnet wird, sein Sekret herausfließen. Der Oberkiefer wird nun außer zum Beißen, auch beim Fressen und Arbeiten geöffnet. Da die Bienen aber zum Fressen keinen so starken Oberkiefer nöthig haben, wie sie faktisch besitzen, dürfte man wohl annehmen, dass auch die Drüse nicht besonders zum Fressen sondern zum Arbeiten eine Beziehung habe. Und was lag da näher als zu vermuthen, dass sie beim Wachskneten eine Verwendung finde, wie denn auch schon Réaumur[1] und Huber[2] annahmen, dass dem Wachse ein Sekret beigemischt werde. Auch bei anderen[3] Bienen berichtet Réaumur ein Ähnliches. Nun hat aber Dönhoff[4] nachgewiesen, dass sich das producirte und verarbeitete Wachs chemisch und physikalisch vollständig gleich verhalten, mithin dem Wachse beim Kneten kein Sekret beigemengt werde. Es bleibt also keine andere Beziehung dieser Speicheldrüse als zur Nahrungsaufnahme übrig. Hiermit würde auch vortrefflich übereinstimmen, dass die Königin, welche auf 100 g Leibessubstanz jährlich 11000 g[5] Eier liefert und also an Masse und Zubereitung der Nahrung große Ansprüche macht, diese Drüse in jener enormen Ausbildung besitzt. Ferner stimmt damit das Verhalten der Arbeiterinnen, welche diese Drüse ebenfalls stark entwickelt und besonders thätig im Jugendzustand, also als Brutbienen besitzen, vortrefflich überein. Müssen sie doch den Larven, welche keine Speicheldrüsen besitzen, den Futterbrei und später eingespeichelte Nahrung reichen. Die Drohne verrichtet im Bienenstaate keinerlei nennenswerthe Arbeit und ihre Aufgabe besteht nur darin, eine Königin zu befruchten und darauf zu sterben. Daher braucht sie verhältnismäßig wenig Nahrung und diese wird ihr meist von den Arbeiterinnen in bereits präparirtem Zustande gereicht. Es erscheint also die Rückbildung von System IV eben so natürlich, wie die von System II und der vollständige Schwund von System I.

---

[1] Mém. pour serv. à l'hist. d. Ins. T. V. mém. 8. p. 423.

[2] Nouvelles observations sur les Abeilles. T. III. p. 105.

[3] l. c. p. 45 u. 63. T. VI.

[4] Eichst. Bienenztg. Jahrg. 1855. p. 248.

[5] R. Leuckart, Zur Kenntnis des Generationswechsels und der Parthenogenesis bei den Insekten. 1858. p. 100.

System I, von dem wir bereits durch Fischer die enorme Verschiedenheit in den verschiedenen Lebensstadien erfahren haben, hat sonder Zweifel die Hauptbestimmung, den Futtersaft zu produciren. Dafür spricht außer den Fischer'schen Gründen auch die verhältnismäßig enorme Thätigkeit derselben, die wir oben aus den Strukturverhältnissen gefolgert haben. Einmal habe ich auch in dem Sammelkanal eine feinkörnige, dem Futtersaft ähnliche Masse (Taf. V, Fig. 8 *r*) angetroffen; allein es gelang mir nicht, dieselbe ein zweites Mal aufzufinden. In wie weit aber System II und III, welche im Gegensatz zu System I und IV alkalisch reagiren, an der Produktion des Futtersaftes sich betheiligen, lässt sich kaum feststellen[1]. Ihre alkalischen Eigenschaften erscheinen sehr schwach und würden der starken Säure von System IV gegenüber gar nicht zur Geltung kommen. Nach Apparaten, welche bei ausgestreckter Zunge irgend eine Speicheldrüse verschlössen, habe ich vergeblich gesucht. Bezüglich des Futtersaftes lautet also mein Resultat weniger bestimmt als das von Fischer, aber ich glaube, dass das meinige auch weniger voreilig genannt werden darf. Ich betrachte den Futtersaft als das Sekret der Speicheldrüsen und zwar vornehmlich von System I; doch können die anderen Systeme nicht absolut von einer Theilnahme an der Produktion ausgeschlossen werden.

Was die übrigen Systeme für eine besondere Funktion ausüben, habe ich nicht eruirt. Es dürfte dies auch nicht leicht festzustellen sein, da, wie schon erwähnt, die Drüsen zu winzig sind, um eine zu chemischen Analysen genügende Menge Sekret zu liefern; Reaktionen aber mit so minimalen Quantitäten Sekrets, die nicht einmal rein zu gewinnen sind, könnten doch leicht zu falschen Resultaten führen. Die anatomischen Befunde sind auch nicht geeignet, für diesen Punkt befriedigende Anhaltspunkte zu bieten, da sie nur mit gründlicher Berücksichtigung der Biologie Schlüsse erlauben würden. Die letztere ist aber noch mehr als mangelhaft. Das aber ist jedenfalls nicht zu bezweifeln, dass die einzelnen Systeme bei den verschiedenen Arten der Bienen zum Theil verschiedene Funktionen haben. Denn nur so ist es zu erklären, dass System II bei den Hummeln gerade die entgegengesetzte Entwicklung bezüglich der Geschlechter zeigt als bei Apis, dass ferner System I bei den Hummeln stets schwach alkalisch reagirt, und dass endlich Colletes in System III ein Sekret zeigt, wie es sich bei keiner anderen von den untersuchten Bienen vorfindet.

---

[1] System II fand ich bei Brutbienen nicht stark mit Sekret angefüllt. Es ist indessen auf solche Befunde wenig Gewicht zu legen, da man stets annehmen kann, wenn man leere Drüsen findet, dass deren Sekret eben verbraucht worden ist.

Fassen wir in kurzen Worten noch einmal die Resultate zusammen, welche, wie ich glaube, durch vorliegende Untersuchungen erzielt worden sind:

1) Der sogenannte Vormagen (Verschlusskopf) hat bei der Honigbiene vorzüglich die Aufgabe, den Honigmagen gegen den Chylusdarm unter Umständen vollständig abzusperren.

2) Der Dünndarm hat höchst wahrscheinlich nur die Aufgabe, eine passende Verbindung zwischen Chylusdarm und Rectum herzustellen (Leuckart).

3) Der Futtersaft kommt nicht aus dem Chylusdarm, sondern ist das Sekret von Speicheldrüsen. Die vornehmste Betheiligung an seiner Produktion hat System I (Fischer); doch können die anderen Systeme nicht davon ohne Weiteres ausgeschlossen werden.

4) Die Speicheldrüsen zeigen sowohl bezüglich der Arten als auch der Geschlechter große Abweichungen, und es steht sicher zu vermuthen, dass ihre Funktion eine höchst mannigfache ist.

5) System III der Speicheldrüsen bildet sich innerhalb der Propria des ersten Theiles der larvalen Spinndrüsen. System II und V bilden sich vom System III oder vielmehr von dessen Ausfuhrkanale her. System I und IV sind vollständige Neubildungen und entstehen durch Einstülpung der Epidermis.

6) Nicht nur die meisten (Engelmann), sondern alle Neuroidfasern sind nicht nervöser Natur.

7) Wolff's Riechschleimdrüse ist keine solche, sondern eine Speicheldrüse.

Anhang.

Über das Riechorgan.

Wie wir in der vorliegenden Abhandlung gesehen haben, besitzt dasjenige Organ, welches Wolff für ein Geruchsorgan in Anspruch nimmt, eine andere Funktion, und man muss desshalb das den Geruch vermittelnde Perceptionsorgan an einer anderen Stelle suchen. Schon vor vielen Jahren hatte Dönhoff[1] experimentell nachgewiesen, dass die Fühler in einer sehr engen Beziehung zum Geruchssinn stehen, und die neuerdings von Hauser[2] angestellten Versuche haben wohl sonder Zweifel festgestellt, dass sie die Träger desselben sind.

Schon vor Hauser hatten bereits Leydig[3] und Andere die Fühler der Insekten anatomisch untersucht und eine ganze Reihe von Gebilden, welche sich auf denselben befinden, beschrieben; Hauser verfolgte mit Hilfe von Schnitten auch den Fühlernerv bis in seine äußersten Endigungen und erhielt so recht schätzenswerthe Resultate. Da es mir nun weniger darauf ankam, Neues über die in den Fühlern gelegenen Sinnesorgane zu eruiren, als vielmehr zu untersuchen, wie sich beide Geschlechter der Biene bezüglich dieser Organe zu einander verhalten, beschränkte ich meine Untersuchungen auf Apis mellifica, welche allerdings wegen der so geringen Größe der Nervenendzellen sich nicht besonders zum Studium der letzteren eignet.

Apis mellifica besitzt auf den Fühlern sechs verschiedenartige Gebilde, welche in ihrer gegenseitigen Anordnung eine gewisse Regelmäßigkeit erkennen lassen.

Auf den Wurzelgliedern und auch vereinzelt auf der nach außen gerichteten Seite der Fühler finden sich Borsten, wie sie Fig. 19 auf Taf. VII darstellt. Sie zeigen dieselbe Beschaffenheit, wie auch an anderen Stellen des Körpers, z. B. am Kopfe, und bilden eine starre Chitinborste, welche in einer weichhäutigen Grube vermittels eines Gelenkes mit der Cuticula zusammenhängt. Von dem Gelenk aus durchsetzt die Cuticula ein Kanal, welcher von einer unter ihm gelegenen großen Epidermiszelle einen Fortsatz aufnimmt, der sich bis in die hohle Borste hinein erstreckt.

Eine zweite Form findet sich besonders auf der Außenseite der Fühler (Fig. 20). Diese Borsten sind von hellem Aussehen, besitzen eine säbel- oder dolchförmige Gestalt und entsprechen den Schuppen Hauser's. Sie gelenken gleichfalls in der Cuticula, besitzen aber keine centrale Höhlung und von ihnen aus erstreckt sich kein Kanal durch die Cuticula. Es ist aber wohl anzunehmen, dass Beides einmal vorhanden gewesen, aber mit der Zeit verschwunden ist.

---

[1] Eichst. Bienenzeitung. Jahrg 1854, p. 231 und 1855, p. 44.

[2] Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. Jahrg. 1880. p. 367.

[3] Müller's Archiv für Anatomie etc. Jahrg. 1860. p. 269.

Beide Borsten stehen in keinem nachweisbaren Zusammenhange mit Nerven und werden aus diesem Grunde auch nicht mit einer besonderen Sinnesfunktion betraut sein. Anders verhält sich dies mit den nun folgenden Gebilden, welche sämmtlich sich auf der Beugeseite der Fühler befinden und die Außenseite derselben freilassen.

Unter diesen Gebilden besitzen die schon von Hauser als Tastborsten bezeichneten eine große Ähnlichkeit mit den zuerst erwähnten Borsten, sind aber kleiner als diese und stehen nicht mit einer gewöhnlichen großen Epidermiszelle sondern mit einer Nervenendzelle in Verbindung. Letztere ist spindelförmig gestaltet und besitzt einen deutlichen Kern. Nach hinten lässt sie sich bis in einen Nervenast hinein verfolgen.

In der Mitte je eines Kranzes solcher Tastborsten liegt eine große, von oben her geschlossene Grube (Fig. 22), welche mit einem runden oder eiförmigen Lumen beginnt, sich stark erweitert und dann wieder sich eben so verengert. Diese Gruben durchsetzen die Cuticula in etwas schiefer Lage, so dass sie mit der Fühlerachse einen spitzen Winkel bilden und finden sich über die ganze Beugeseite der Fühler zerstreut. Von oben her gesehen erscheinen sie als ein System koncentrischer Ringe (Fig. 23), welche eine centrale Scheibe umgeben. Die letztere (*s*) bildet das eigentliche Verschlussstück, ist aber keineswegs identisch mit dem Hauser'schen Verschlussstück, welches erst nachträglich von einer membranbildenden Zelle abgeschieden werden soll. Bei Apis fehlt eine solche Zelle, wie es scheint, gänzlich. Von den drei Ringen ist der innere (Fig. 23 *i*) sehr hell, der mittlere (*m*) dunkel, und der äußerste breite wiederum hell, wird aber nach außen allmählich dunkler (*a*). Fig. 24 stellt einen stark vergrößerten Längsschnitt durch eine solche Grube dar, an welchem man ohne Weiteres erkennt, dass das Verschlussstück (*s*) die dunkle centrale Scheibe, die sich daran anschließende Verdünnung der Cuticula (*i*) den inneren hellen Ring, die Falte (*m*) den mittleren dunklen, und *a* zusammen mit a_1 den äußeren hellen sich allmählich verdunkelnden Ring hervorruft.

Betrachtet man eine Tastborste von oben in der Höhe der Fühleroberfläche, so gewahrt man ebenfalls ein Ringsystem, welches aber eine etwas andere Anordnung zeigt.

Das Centrum wird von einem großen hellen Punkt eingenommen (s_1), um welchen ein dunkler Ring (i_1), und um diesen wieder ein heller

Ring (a_1) gelegen ist. Ein Querschnitt durch eine Tastborste (Fig. 25) zeigt, dass die beiden Ringe auf dieselbe Weise hervorgerufen werden als bei den Gruben, nämlich der dunkle durch die Falte (i), der äußere helle durch die Verdünnung der Cuticula bei a. Der centrale helle Punkt entspricht dem Lumen der Borste. Denkt man sich die letztere ihrer Länge nach zusammengedrückt und nur ein wenig nach innen gestülpt, so wird der helle centrale Punkt in eine dunkle mittlere Scheibe und einen sie umschließenden hellen Ring zerlegt. Wir hätten dann genau dasselbe Verhalten, als wie wir es bei den Gruben fanden, und es ist wohl in der That anzunehmen, dass die in der Mitte gelegene dunkle Scheibe der Grube, das Verschlussstück, morphologisch einer Borste entspricht. An den unteren Theil der Grube setzt sich ein langer, sich allmählich verjüngender Schlauch an (l), der sich fast bis auf den Nerv verfolgen lässt und vermuthlich von der unter der Hypodermis hinziehenden Propria herstammt. In diesen Schlauch tritt von unten her eine Nervenfaser (n), welche nach oben zu keulenförmig anschwillt und ungefähr in der Mitte der Grube in eine feine Spitze ausläuft. Eine besondere chitinige Bekleidung lässt sich an dem Nervenkolben nicht wahrnehmen. Nicht weit von ihrem Abgange aus dem Nerven bildet die Faser eine kleine Anschwellung, welche einen Kern zu enthalten scheint; in dem keulenförmigen Endstück fehlt ein solcher.

Als dritte Art der nervösen Endapparate sind blasse, zarte Kegel, welche sich ganz nahe am vorderen Ende der Fühlerglieder befinden (Fig. 26), zu erwähnen. Sie sind ebenfalls hohl und empfangen eine Nervenfaser, die zu verfolgen mir nicht gelang. Eine Öffnung an der Spitze habe ich nicht bemerken können. Es würden demnach diese Kegel sich sehr wesentlich von den Hauser'schen Geruchskegeln unterscheiden. Ihrer morphologischen Bedeutung nach sind es offenbar modificirte Borsten und dienen vermuthlich als Tastorgane und nicht als Geruchswerkzeuge, wie besonders ihr Vorkommen am Ende der Fühlerglieder, also auch des letzten, anzeigt.

Dicht hinter den Zapfen befindet sich eine Anzahl kleiner rundlicher Gruben (Fig. 27), welche gruppenweise zusammenliegen und auf deren Boden sich eine niedrige, mit centraler Öffnung versehene Papille erhebt. Die Öffnung führt in einen mehr oder minder weit in das Innere des Fühlers sich hinein erstreckenden Kanal, von dessen Boden sich wiederum ein mit chitinigen Wandungen versehener Kegel erhebt, der sich allmählich verjüngend mit feiner Spitze unter der Öffnung der Papille endigt. Nach außen hin entbehrt die Grube des Verschlusses. In den Kegel tritt eine mit einem Kern versehene Nervenendzelle, die sich bis zum Nerven verfolgen lässt. Auch diese Gebilde entsprechen morphologisch modificirten Borsten, und man kann sie sich so aus letzteren entstanden denken, dass dieselbe in zwei Absätzen in das Innere des Fühlers hineingezogen worden ist. Durch den ersten Zug würde die Grube, durch den zweiten der tiefere Kanal entstanden sein. Die kontinuirliche Auskleidung mit einer Chitinwandung und das Fehlen der Verschlussmembran erscheint dann selbstverständlich.

Die in die erwähnten vier Perceptionsorgane eintretenden Nervenfasern gehen bündelweise von dem Fühlernerven ab (Fig. 28 *b*) und theilen so das zwischen ihnen liegende Zellpolster in einzelne Theile. Nachdem sie eine kurze Strecke emporgestiegen sind, weichen sie, eine kelchartige Figur (*k*) bildend, aus einander und treten an die ihnen zugehörigen Gebilde. Fig. 28 deutet die Anordnung der verschiedenen Gebilde auf einem Fühlergliede, und zwar auf der Innenseite, an, wie ich sie als konstant gefunden habe.

Welche von diesen Endorganen als Riechorgane zu deuten sind, dürfte wohl schwer mit absoluter Sicherheit entschieden werden können. Indessen lässt ihre Anordnung überhaupt, als wie besonders ihre Ausbildung bei den verschiedenen Geschlechtern, über die Natur der einzelnen einen Schluss zu.

Beiderlei Gruben, große sowohl wie kleine, können, da sie unter der Oberfläche des Fühlers gelegen sind, nicht mit Gegenständen in Berührung gebracht werden, können also nicht als Tastorgane fungiren.

Was die Geschlechter anbetrifft, so zeigen Arbeiterin und Königin keine auffallenden Verschiedenheiten, die Drohne weicht aber in der Ausbildung der in Rede stehenden Organe sehr ab. Während bei den Weibchen die ziemlich großen Gruben so weit aus einander liegen, dass zwischen ihnen regelmäßig Tastborsten Platz haben, rücken die großen Gruben bei den Drohnen durch Vermehrung ihrer Anzahl so dicht zusammen, dass für die Tastborsten kein Platz mehr übrig bleibt. Daher treten letztere auch nur sehr vereinzelt auf und nur an der Spitze des Fühlers ist ihre Anzahl eine bedeutendere. Außerdem aber sind die Gruben noch viel kleiner, so dass ein bestimmter Raum bei der Drohne bedeutend mehr solcher Gruben enthält als bei den Weibchen. Es erscheint mithin der Sinn, welchem die in Rede stehenden Gruben dienen, bei den Männchen viel stärker entwickelt. Dem Postulat, welches wir oben an ein Riechorgan stellten, falls das Männchen der aufsuchende Theil ist, würde also hier sehr wohl entsprochen. Es werden demnach die großen Gruben als Geruchswerkzeuge zu deuten sein. Aber auch die kleinen Gruben wird man als solche gelten lassen müssen, da sie, eben so wie die großen, zum Tasten untauglich, beim Männchen aber ebenfalls, wenn auch nur wenig, stärker entwickelt sind. Mit Hilfe letzterer Annahme ließe sich vielleicht auch der auffallende Unterschied erklären, dass verschiedene Insektenordnungen verschlossene, andere dagegen offene Gruben besitzen. Bei ersten würden die Gruben der ersten Art, bei den letzteren die der zweiten Art vornehmlich entwickelt sein. Bei den Drohnen zeigen die kleinen Gruben und die zugehörigen Gebilde oft eine radiale Anordnung, d. h. die Öffnungen konvergiren, die tiefer liegenden Kanäle divergiren. Dadurch entsteht in der Mitte der Gruppe eine Einsenkung, welche als der erste Schritt zur Bildung einer zusammengesetzten Grube, wie sie sich bei Dipteren finden, angesehen werden darf.

Halle a/S., am 6. Juli 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 1. Darmtractus von Apis mellifica in natürlicher Lage.
oe, Ösophagus;
v, Honigmagen;
h, Hals des Zwischendarmes;
c, Chylusdarm;
d, Dünndarm;
m, MALPIGHI'sche Gefäße, nur angedeutet;
r, Rectum;
an, Rectaldrüsen.

Fig. 2. Längsschnitt durch den Zwischendarm und einen Theil des Honigmagens und Chylusdarmes von Apis mellifica.
b, Borsten
i, Intima
z, Zellschicht } des Verschlusskopfes;
l, Längsmuskeln
q, Ringmuskeln
h, Übergangsmembran zwischen den Klappen des Verschlusskopfes und dem Honigmagen;
n_1 und n_2, Lücken zwischen den Klappen, vgl. Fig. 3;
a, Ansatz der Längsmuskeln
iv, Intima
zv, Zellschicht } des Honigmagens;
qv, Ringmuskeln
lv, Längsmuskeln
it, Intima
z, Zellschicht } des Halses;
p, Propria
z_2, Zellschicht } des Zapfens;
it_1 und *g* Intima

rs, Ringsehne der Propria
qc, Ringmuskeln
lc, Längsmuskeln
pc, Propria
ic, Intima
zc, Zellschicht
n, Grundzellen der Becher
t, Randzellen der Becher
r, Zwischenmembran
bi, Bindegewebsfasern
} des Chylusdarmes.

Fig. 3. Querschnitt durch den Verschlusskopf in der Richtung des oberen Pfeiles in Fig. 2. Bezeichnung wie dort. Apis mellifica.

Fig. 4. Eine Klappe und Lücke des Verschlusskopfes von Apis mellifica.
s, Scheitel
w, seitliche Eckpunkte
f, Fortsatz
b, Borsten
} der Klappe;
h, den Klappen seitlich ansitzende Membranen;
n, Lücken zwischen den Klappen, bei *a* aufhörend;
m_1 und m_2, in dieselben vorspringende Wülste.

Fig. 5. Durchschnitt durch den Verschlusskopf in der Richtung des unteren Pfeiles in Fig. 2. Apis mellifica. Bezeichnung wie dort und in Fig. 4.

Fig. 6. Querschnitt durch den Dünndarm von Apis mellifica.
i, Intima;
z, Zellschicht;
q, Ringmuskel;
l, durchschnittene Anastomosen;
y, Muskelfasern.

Fig. 7. Schlundblättchen von Apis mellifica ☿.
o—u, Reservoir;
o, obere
u, untere
} Öffnung desselben;
s, Sammelkanal von System I.

Fig. 8. Stück des System I von Apis mellifica ☿.
ac_1, Acinus ohne Behandlung mit Reagentien;
ac_2, Acinus mit KOH behandelt;
ac_3, Acinus von einer jungen Biene;
ac_4, Acinus zuerst mit stark quellenden, dann mit stark schrumpfenden Mitteln behandelt;
z, Drüsenzellen;
p, Propria;
c, Sekretionskanälchen;
e, Eintrittsstelle derselben in die Zellen;
f, zarter Theil derselben innerhalb der Zellen;
pr, anhängendes Plasma;
m, Auswüchse der Kanälchen;
ch, der Intima anliegende Zellschicht;
k, deren Kerne;
i, Intima;
h, siebförmig durchlöcherte Hügel, auf welchen die Sekretionskanälchen münden;
s, Sammelkanal;
r, Inhalt desselben;
x, einzelliger Acinus.

Fig. 9. Stück eines Sammelganges von System I von Psithyrus rupestris ♀. Bezeichnung wie Fig. 8.
gr, zweigförmige Ausbuchtung des Sammelkanales.

Fig. 10. Schlundblättchen von Hylaeus laevigatus.
o, Öffnung des Sammelkanales von System I.
a, äußere
i, innere
} Leiste der Rinne;

s, Sammelkanal;
c, Sekretionskanälchen.
Fig. 11. Schlundblättchen von Megachile centuncularis ♀.
m, muldenförmige Einsenkung desselben.
Fig. 12. Schlundblättchen von Andrena vestita ♀.
Fig. 13. Schlundblättchen von Anthophora hirsuta.
f, Flaschenbürsten-ähnlicher innerer Theil des Sekretionskanälchens.

Tafel VI.

Fig. 1 *a*. Drüsensack von System II von Apis mellifica ☿.
z, Zellschicht;
p, Propria;
i, Intima.
Fig. 1 *b*. Derselbe zusammengesunken. *l*, Einsenkungen.
Fig. 2. *a*, Fettzelle von System II von Apis mellifica ♂.
f, centraler Theil mit Fetttröpfchen;
p, peripherischer Theil;
k, isolirte Kerne solcher Zellen.
Fig. 3. System II von Megachile centuncularis ♀.
d, Sack;
f, hinterer Zipfel desselben;
v, Schläuche desselben.
Fig. 4. Reservoir von System III von Apis mellifica ☿.
R, Reservoir;
p, Propria;
s, Ausfuhrkanal;
au, äußerer
in, innerer } Hauptast der Drüse.
Fig. 5. Stück von System III von Apis mellifica ☿.
c, Intimakanal;
m, Schlauch, in welchem die Zerklüftung des Plasma begonnen hat;
n, Schlauch, von dem die Propria mit der ihr anhängenden Plasmamasse abgerissen ist;
a, Schlauch, welcher das Abheben der Zellschicht vom Intimakanal zeigt;
g, Nerv.
Fig. 6. Reservoir von System III von Apis mellifica ♀.
Fig. 7. Vereinigungsstück der Ausfuhrkanäle von System II und III von Bombus terrestris ♂.
a, von oben
b, von unten } gesehen;
m, Hauptausfuhrkanal;
s_1 und s_2, Specialkanal von System II;
h_1 und h_2, Specialkanal von System III;
w, Fortsetzung der letzteren in das
x, Verbindungsstück;
o, obere
u, untere } Ausbuchtung
z, Zellschicht } desselben;
sp, Anfang des Spiralfadens.
Fig. 8. *a*, gemeinsamer Ausführungskanal von System II und III von Megachile centuncularis ♀;
b und *c*, Querschnitte desselben;
d, die Einmündungsstelle von System II von der Seite gesehen;
m, Specialkanäle dieses Systems;
k, Specialkanäle von System III.
Fig. 9. Acini des Systems III von Hylaeus.
a, mit Kalilauge behandelt;
b und *c*, im frischen Zustande;
i, Intimakanal;
f, Seitenzweige desselben;

n, Zellenzwischenraum, welcher keinen Seitenzweig erhält;
s, Acinus, in welchem eine frühzeitige Gabelung des Intimakanales eintritt.

Fig. 10. Acini von System III von Anthophora hirsuta.
a, im frischen Zustande;
z, Central- }
k, randständige } Zellen;
b, Acinus, welcher längere Zeit in der Untersuchungsflüssigkeit gelegen hat.

Fig. 11. Zwei Acini von System III von Colletes succincta.
s, Acinus mit starker Kalilauge behandelt;
tr, Sekrettropfen;
m, Intima;
l, Längsfalten derselben;
a, Acinus mit Alkohol und Nelkenöl behandelt;
i, Intimasack;
z, Zellenbeleg desselben.

Fig. 12. Stück eines Bienenkopfes von oben mit abgespreiztem Oberkiefer;
v, vorderer }
h, hinterer } Theil der Gelenkhaut;
a, Ansatzstelle derselben an den Kopf;
o, Mündung von System IV.

Fig. 13. Oberkiefer mit System IV von Apis mellifica ☿.
s, Drüsensack;
y, sattelförmige Einbuchtung;
o, oberer }
u, unterer } Drüsenlappen;
f, Stiel;
lip, innere Lippe der Mündung;
dr, Drüsenzellenschicht;
se, Sekrettropfen.

Fig. 14. Gruppe von mündenden Sekretionskanälchen (*c*). *z*, der Intima anliegende Zellschicht.

Fig. 15. Gruppe von Drüsenzellen von System IV. Apis mellifica ☿. Von der Intima aus gesehen.
n, Kerne;
nn, Kernkörperchen;
i, Intercellularräume;
k, Kerne der der Intima anliegenden Zellschicht.

Fig. 16. Oberkiefer von Apis mellifica ♂ mit Drüsensack *z*.
lip, innere Lippe der Öffnung.

Fig. 17. Oberkieferdrüse von Apis mellifica ♂.
dr, Drüsenzelle;
z, der Intima anliegende zarte Zellschicht;
c, Sekretionskanälchen ohne Lumen;
c_1, dessgleichen, noch mit Lumen versehen;
k, opaker Körper.

Fig. 18. System IV von Bombus terrestris ♀.
dr, Drüsenzellen;
ap, hinteres Ende des Sackes.

Fig. 19. Dieselbe Drüse von Anthophora retusa.
dr, Drüsenzellen;
ch, der Intima anliegende Zellschicht;
gl, Glomerulus des Sekretionskanälchens.

Fig. 20. Einzelne Zelle der vorigen Drüse.
i, Intima;
gl, Glomerulus des Sekretionskanälchens *c*;
f, der innerhalb der Zelle verlaufende flaschenbürstenartige Theil desselben.

Fig. 21. Längsschnitt durch die Zungenwurzel einer Puppe von Bombus silvestris ♂.

m, Mundstück des gemeinsamen Ausführungskanales von System II und III.
a, Ansatz des erwähnten Kanales;
o, obere verschließende Lippe;
h, hügelförmige Erhebung der Intima, welche von den Sekretionskanälchen der Drüsenzellen *dr* durchbohrt wird;
z, Zunge;
n, Nebenzunge.

Tafel VII.

Fig. 1. Larvale Spinndrüse von Apis mellifica.
i, Intima;
z, Zellschicht;
p, Propria;
v, Vereinigungsstelle der beiderseitigen Drüsenschläuche;
e, reservoirähnliche Erweiterung;
g, Grenze zwischen beiden Theilen des Drüsenschlauches;
s, drüsiger Theil desselben.

Fig. 2. Querschnitt durch den drüsigen Theil.
s, centrales Sekret;
s_1, wandständiges Sekret.

Die andere Bezeichnung wie Fig. 1.

Fig. 3—5 stellen weiter in der Histolyse vorgerückte Stadien derselben Drüse dar.
st, peripherische Strahlen des in Auflösung begriffenen Sekretes.

Fig. 6. Durchschnitt durch den neu gebildeten Ausfuhrkanal des Systems II und III.
k, histolytische (?) Produkte.

Fig. 7. Querschnitt durch die erste Anlage des System I von Apis mellifica.
z, Zellschicht;
p, Propria;
i, alte Intima;
s, Anlage der Drüse.

Fig. 8. Längsschnitt durch dasselbe System in einem weiter entwickelten Stadium.
$\left.\begin{array}{l} i\text{, alte} \\ i_1\text{, neue} \end{array}\right\}$ Intima;
p, Propria;
ac, Anlage der Acini.

Fig. 9 stellt ein noch entwickelteres Stadium dar.
ch, Zellschicht, welche dem Sammelkanal aufgelagert bleibt.

Fig. 10. Querschnitt durch einen Acinus dieses Stadiums.
c, Sekretionskanälchen.

Fig. 11. Schnitt durch die Oberkieferdrüse einer Puppe von Apis mellifica ☿. Bezeichnung wie in den früheren Figuren.

Fig. 12. Theil eines Schlauches von System III von Apis mellifica.
n, Nerv;
br, Brücke;
f, häutige Fasern;
l und l_1, Fäserchen ohne Lumen.

Fig. 13. Schema zur Bildung der Brücken.
lam. p, Propriaduplikatur;
k, Kerne, zu der tiefer liegenden Zellschicht gehörig.

Fig. 14 wie Fig. 13.
f, Durchbrechung der Propriaduplikatur.

Fig. 15 wie Fig. 13.
br, Brücke;
k, Zellfortsätze in derselben.

Fig. 16. Schema zu Fig. 12.

Fig. 17. Theil eines Durchschnittes durch System IV einer Puppe von Bombus silvestris ♂.

bl, Blutzellen;
r, Lücken zwischen den Drüsenzellen, *f* in Fig. 14 entsprechend;
k, wie Fig. 13;
in, Zwischenräume zwischen den Zellen, wohl entstanden durch die Härtung, überdeckt von der Propria;
tr, Trachee.

Fig. 18. Längsschnitt durch den gemeinsamen Ausfuhrkanal von System II und III bei einer weißen Puppe.

k, Zerfallsprodukte (?); *kr*, Krystalle; *w*, erste Anlage von System II.

Fig. 19 und 20. Borsten des Fühlers von Apis mellifica.

Fig. 21. Tastborsten.

Fig. 22. Große Geruchsgrube mit Nerv.

s, Verschlussmembran; *l*, Schlauch; *n*, Nerv.

Fig. 23. Große Grube und Tastborste von oben gesehen.

s, Verschlussmembran; s_1, Lumen der Tastborste; *i*, i_1, *m*, *a*, a_1, Ringe;
c, Cuticula des Fühlers.

Fig. 24. Stark vergrößerter Durchschnitt durch eine große Geruchsgrube.

i und *a*, Verdünnungen der Cuticula;
m, Falte derselben.

Fig. 25. Durchschnitt durch eine Tastborste.

i, Falte | der Cuticula;
a, Verdünnung | der Cuticula;
s, Lumen der Borste.

Fig. 26. Tastkegel.

Fig. 27. Kleine Geruchsgrube mit Nerv im Längsschnitt.

Fig. 28. Schema zur Veranschaulichung der Vertheilung der Perceptionsorgane auf einem Fühlergliede.

Die Entwicklung der rothen Blutkörperchen.

Gefertigt im pathologischen Institute zu Göttingen.

Von

Dr. med. **W. Feuerstack.**

Mit 6 Holzschnitten.

Die Kenntnis von der Entwicklung der rothen Blutkörperchen bei Säugethieren erstreckte sich bis in die Mitte unseres Jahrhunderts nur auf einige Hypothesen, welche aus den Studien des Blutes, namentlich des Frosches oder anderer niederer Wirbelthiere und aus den Erfahrungen der Embryologen gewonnen waren. So sagt REICHERT in Jahre 1857 in seinen »Beobachtungen über die ersten Blutgefäße und deren Bildung, so wie über die Bewegung des Blutes bei Fischembryonen« p. 36: »Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen sprechen die meisten Gründe dafür, dass die weißen Blutkörper zum Ersatz verloren gegangener rother Blutzellen verwendet werden, und dass diese wiederum in den Lymphdrüsen ihren Bildungsherd besitzen.«

Wenngleich nun diese Ansicht von den meisten Forschern getheilt wurde, so wurden doch schon früher über die Entwicklung der Blutzellen, namentlich der Säugethiere, andere Hypothesen aufgestellt. DONNÉ glaubte, die weißen Blutkörper entständen durch Zusammenlagerung der Chyluskörnchen, ZIMMERMANN ließ die rothen Blutkörper sich aus kleinen gefärbten Körnchen zusammensetzen. Nach dem Vorgang von NASSE und ARNOLD, deren Übergangsformen von den weißen zu den rothen Blutzellen nur von Wenigen anerkannt wurden, ist der Erste, welcher mit Entschiedenheit und durch thatsächliche Untersuchung am Säugethierblute die Entstehung der rothen aus den farblosen Elementen vertritt, W. ERB (VIRCH. Arch. Bd. 34) (KÖLLIKER war zu einem sicheren Resultate nicht gekommen. Zeitschrift für rat. Med. 1846. IV). ERB hält körnchenhaltige große rothe Blutzellen für Übergangsformen von den weißen zu den rothen. Zu dieser Ansicht kommt er durch die Untersuchung theils an Thieren, bei denen durch Blutentziehung und Hunger einerseits Verluste, andererseits Vermehrung der Übergangsformen erzielt wurde, theils an anämischen

Menschen. Er ist auch der Erste, welcher den Befund kernhaltiger rother Zellen im Blute von Kaninchen und Menschen veröffentlicht (p. 179 *).

Die Priorität für den Nachweis kernhaltiger rother Blutkörperchen beim Menschen im extra-uterinen Leben als Zwischenformen zwischen weißen und rothen Zellen nimmt indess Klebs in Anspruch (Virch. Arch. Bd. 38. p. 179). Derselbe liefert auch eine genaue Beschreibung der kernhaltigen rothen Blutzellen und kommt zu dem Resultat: »Die kleinen weißen Blutkörper wachsen im Blute bis zu einer gewissen Größe, dann wandelt sich unter Umständen ihre peripherische Schicht in Hämoglobin um, diese Veränderung schreitet nach innen fort, unter Theilung des Protoplasmarestes und des bis zuletzt übrigbleibenden lappig getheilten Kernes.« Diese Befunde rother kernhaltiger Zellen erstreckten sich also auf das im Kreislauf befindliche Blut, und selbstverständlich wurde die Entwicklung derselben in den Kreislauf verlegt, bis im Jahre 1868 E. Neumann (Berl. klin. Wochenschr. 1868 Nr. 40. Königsb. Ges. Archiv der Heilkunde 1869. X. Jahrg.) und G. Bizzozzero (Gazz. med. Ital. Lombard. 1868 No. 46, 1869 Nr. 24) fast gleichzeitig im Knochenmark rothe kernhaltige Zellen fanden. Beide verlegen zwar die Umwandlung der farblosen Zellen auch in die Blutbahn, lokalisiren dieselbe aber in den Knochenhöhlen, wo eine Stromverlangsamung stattfindet. Das Knochenmark wird als ein Organ der Blutbildung in Anspruch genommen (E. Neumann 1874. Arch. der Heilkunde. V und VI). Aus demselben sollen farblose Elemente fortwährend in die Gefäße einwandern. Nachdem in neuester Zeit auch Cohnheim den Befund von kernhaltigen rothen Zellen im Knochenmarke an einem Falle von perniciöser Anämie gemacht (Virch. Arch. Bd. 68) und auf die lymphoide Veränderung des Markes hingewiesen hatte, beschäftigten sich namentlich Orth und Litten eingehender mit den Veränderungen des Markes bei anämischen Individuen (Berliner klin. Wochenschrift 1878. Nr. 51). Sie kommen zu dem Resultate, dass bereits gebildetes Fettmark sich wieder in lymphoides Mark umbilden kann, ferner alle Krankheiten, welche zum Marasmus führen, am regelmäßigsten von dieser Affektion des Markes begleitet sind. Dieser Befund wurde bestätigt durch das Experiment.

Es wurden verschiedenen erwachsenen Hunden, welche normal Fettmark in den Röhrenknochen führen, große Blutentziehungen gemacht; der Sektionsbefund ergab regelmäßig rothes lymphoides Mark. Bis dahin hatte man unentschieden gelassen, wie die Verwandlung der kernhaltigen rothen Blutkörper in die gewöhnlichen kernlosen rothen vor sich gehe. Zwar wiesen Orth und Litten auf große runde Blutkörper hin, indess lassen sie es unentschieden, ob der Kern der kernhaltigen rothen Zellen aus dem Zellenleibe austrete, oder ob er allmählich zerfalle (Orth, Normale

Hist. Berlin 1878. p. 102). Nun trat vor Kurzem Rindfleisch (»Über Knochenmark und Blutbildung«) auf und wies Übergangsformen von den gekernten zu den ungekernten rothen Blutkörpern nach. Dieselben sind meist glockenförmig, die offene Seite der Glocke ist die Austrittsstelle des Kernes. Nach Injektion und Ausspritzung der Markgefäße kommt Rindfleisch zu dem Resultate, dass im Knochenmark selbst die Bildung seiner »Hämatoblasten« vor sich gehe. Diese nun in sich abgeschlossene Ansicht über die Betheiligung des Knochenmarkes und die Bildung rother Blutkörperchen wird durch vielfache Befunde bei Anämischen bis in die neueste Zeit bestätigt (G. Heuck, Virch. Arch. Bd. 78. Heft 3) etc. etc. Gleichwohl ist sie keineswegs allgemein anerkannt.

Zunächst stellte A. Boettcher (Virch. Arch. Bd. 36) nach dem Befunde, welchen er aus der Veränderung rother Blutkörperchen in Folge Einwirkens von Essigsäure und Chloroform gemacht hatte, die Ansicht auf, dass sämmtliche rothe Blutkörperchen einen Kern besäßen und direkt aus den weißen hervorgingen, eine Ansicht, welche nicht großen Anklang fand, namentlich später von Al. Schmidt, von F. Schweigger-Seidel und von Dr. v. Brunn (Arch. für mikr. Anat. Bd. XIV) bekämpft wurde, indess von Al. Brandt (Arch. für mikr. Anat. Bd. XIII) eifrig vertreten wurde.

Ferner finden wir die von Al. Schmidt (Pflüger's Arch. IX. p. 353) als Übergangsformen vertretenen »Körnerkugeln«, welche auch G. Semmer (Dissert. Med. Dorp. 1874) namentlich für das Säugethierblut bestätigt. Verfasser finden Zellen von farblosem Protoplasma und Kern angefüllt mit zahlreichen rothen Körperchen, welche auf Zusatz von CO^2, verdünnter Essigsäure etc. schwinden und den Kern färben; der Leib der Zelle bleibt hyalin.

Hierher gehören auch die Versuche von Recklinghausen's, der im Froschblut, welches er in Porzellanschälchen unter Zuführung frischer Luft gebracht hatte, aus den zu Boden gefallenen Blutkörpern stark kontraktile farblose Zellen, und aus diesen rothe Blutkörperchen sich entwickeln sah (Arch. für mikr. Anat. Bd. II. p. 137), Versuche, welche später Schklarewsky bestätigte.

Aus diesen sämmtlichen Theorien geht das Bestreben hervor, die Entwicklung der rothen Blutkörperchen aus den weißen herzuleiten.

Dieser Richtung steht eine andere gegenüber, welche namentlich von zwei Franzosen vertreten wird, von Hayem und Pouchet. Die französische Richtung sucht die Entwicklung der rothen Blutkörperchen als unabhängig von den weißen Blutkörperchen hinzustellen. G. Hayem (Gaz. méd. 1877 Nr. 47 und 1878 Nr. 2 und 4) findet im Blute der Wirbelthiere neben rothen und weißen Blutzellen, letzteren sehr ähnliche, welche er Hämatoblasten nennt. Dieselben besitzen einen Kern (Gaz.

méd. 1877 Nr. 47. p. 578) und werden folgendermaßen beschrieben: Les éléments (hématoblastes) en question se présentent sous la forme de corpuscules pâles, grisâtres, à peine granuleux, ayant à peu près le volume des globules blancs petits ou moyens. Ils sont le plus souvent fusiformes, quelques-uns sont ovoides; mais, en général d'un ovoide plus allongé, que celui des globules rouges; les plus petits et, en général, les moins nombreux sont arrondis et d'un diamètre inférieur à celui des plus petits globules blancs; aus ihnen entwickeln sich die rothen Elemente, indem sie eine gewisse Zahl Zwischenstufen durchschreiten. Dieselben kann man nach großen Blutverlusten am besten beobachten. Der Hämatoblast nimmt mehr oder weniger Hämoglobin auf, wird spindelförmig, dann rund und nähert sich der Form der rothen Blutkörperchen. Indess ist festzuhalten, dass die rothen Blutkörperchen von einem Elemente herkommen, das von den ersten Phasen der Entwicklung an verschieden ist von den weißen Blutkörperchen.

Während Hayem seine Hämatoblasten aus dem Protoplasma der farblosen Lymphzellen entstehen lässt, hat Pouchet (Gaz. méd. de Paris 1878 Nr. III, XI, XXVI) eine eigene Entwicklungsreihe der Blutkörperchen aufgestellt, als deren erstes Glied sein »Leucocyte type« figurirt. Derselbe hat einen runden Kern mit einem Kernkörperchen und einen reducirten cellulären Körper. Derselbe kann sich nach zwei Richtungen entwickeln, a) zum rothen, b) zum weißen Blutkörperchen. In beiden Fällen tritt zunächst Vervielfältigung des Kernkörperchens, dann Furchung ein. Hier kann der Process aufhören, eine Theilung tritt nicht ein, und es entwickeln sich die Körper durch Anlagerung von zunächst hyalinen Scheiben an den Enden des Durchmessers zu den rothen Blutkörperchen. Das sind also die Hämatoblasten Hayem's. Entwickelt sich indess der primäre Leukocyt weiter, so entsteht erst ein wurstförmiger Kern, welcher sich schließlich in mehrere Kerne mit Kernkörperchen theilt und so die Quelle von neuen primären Leukocyten wird. Im Knochenmark konnte Pouchet bis vor Kurzem keine Veränderung nach großen Blutentziehungen konstatiren. Die in neuerer Zeit (Gaz. méd. de Paris 1879. XIV) zugestandene Hämoglobinfärbung der lymphoiden Zellen ist ein Vorgang, welcher mit der Blutbildung nichts gemein hat. Die Entstehung der rothen Blutzellen aus den Donné'schen Körperchen scheint ihm jetzt zweifellos zu sein, fraglich indess, ob dieselben von den Leukocyten herstammen (Gaz. méd. de Paris 1879. XIV).

Außer den bisher erwähnten Forschern haben Béchamp und Estor (Compt. rend. LXX. p. 265) eine besondere Ansicht über die Entstehung rother Blutkörper. Sie halten dieselben für ein Aggregat mikroskopischer Organismen. Schließlich sei noch N. Wissozky's (Archiv für mikr. Anat.

Bd. XIII) Erwähnung gethan, welcher das Eosin als ein specifisches Reagens auf Hämoglobin hinstellt und an Säugethier- und Hühnerembryonen Untersuchungen macht. Auch er nennt die der Form gewöhnlicher Blutzellen voraufgehende Zellenform Hämoblast, bezeichnet aber damit mit Kernen versehene amöboide Gebilde ohne bestimmte Begrenzung, aus deren Strängen die embryonalen Blutzellen, d. h. rothe und weiße, wie mit einem Locheisen herausgeschlagen, sich frei machen. Die Unterscheidung, ob diese frei gewordenen Stücke rothe oder weiße Blutkörperchen sind, geschieht durch die Färbung mit Eosin, die weißen färben sich nicht damit. Er wendet sich ausdrücklich gegen Erb, der den Ursprung der rothen Blutkörperchen ausschließlich in die weißen Zellen verlegt.

Erwähnen will ich außerdem noch, dass verschiedene Autoren die Bildung der rothen Blutkörperchen auch aus anderen Zellen und in anderen Geweben vor sich gehen lassen, doch betrifft das mehr oder weniger stets pathologische Verhältnisse; so nimmt Heitler (Wiener med. Jahrbücher 1874) eine Entstehung der Blutkörperchen in Alveolarepithelzellen an, Schäfer (Proceed. of the Royal. Soc. 1874 Nr. 141) in Zellen des subcutanen Zellgewebes der Ratten, Krighton lässt Sarkomzellen eine Umwandlung in Blutkörperchen erfahren. Hervorgehoben zu werden verdient ferner, dass Stricker (Vorlesungen der allgem. und experimentellen Pathologie 1878) in der entzündeten Cornea und Heitzmann in dem entzündeten Muskel und in der entzündeten Sehne rothe Blutkörperchen entstehen lassen.

Da ich mich im Wesentlichen auf die Untersuchung des normalen Blutbildungsprocesses beschränken wollte, so glaubte ich die Resultate der zuletzt erwähnten Forscher in meinen vorliegenden Untersuchungen weniger berücksichtigen zu müssen.

Von dem Stand der Ansichten über den normalen Blutbildungsprocess gewann ich daher bei Beginn meiner Experimente folgende Übersicht:

Man hatte zunächst ohne genauere Untersuchungen die Theorie aufgestellt, dass die rothen Blutzellen aus den farblosen entständen. Dem gegenüber ließen namentlich Arnold und Zimmermann die rothen Blutkörperchen durch Zusammenlagerung kleiner Partikel sich bilden. Darauf wiesen Nasse, Arnold und Erb in granulirten rothen Blutkörperchen und Klebs in kernhaltigen rothen Blutkörperchen Übergangsformen zu den weißen nach. Ihnen schlossen sich namentlich Neumann und Bizzozzero an, welche die kernhaltigen rothen Blutkörperchen im Knochenmark nachweisen und das Knochenmark als Sitz der Blutbildung annehmen. Über die Entstehung der rothen Blutkörperchen der Säugethiere aus diesen kernhaltigen Zellen theilten sich die Ansichten, während auf einer Seite, namentlich von Orth, es unentschieden gelassen wurde, ob der

Kern zerfalle oder austrete, wies **Rindfleisch** Übergangsformen von seinen Hämatoblasten zu rothen Blutkörperchen nach.

Für sich alleinstehend waren die von **Schmidt** und **Semmer** nachgewiesenen Körnerkugeln als Übergangsformen. Alle diese Untersuchungen betrafen ausschließlich das Blut der Säugethiere. Von den Untersuchern des Blutes der Thiere mit kernhaltigen rothen Blutkörperchen waren **v. Recklinghausen** und **Schlarewski** für die Entstehung der rothen Blutkörperchen aus farblosen Zellen, **Hayem** dagegen für selbständige Entwicklung derselben eingetreten, während **Pouchet** und **Wissozky** eine vermittelnde Stelle einnahmen. Von den noch während und nach meinen Untersuchungen erschienenen Arbeiten traten **Korn** (Königsberger Dissertationen 1881), **Obrastzow** (Centralblatt für die med. Wissenschaften 1879 Nr. 24), **Renaut** (Archiv de physiol. norm. et pathol. 1881 No. 5) und **Malassez** (Archiv de physiol. norm. et pathol. 2. Sér. 9. 1882. p. 1) für Entstehung der rothen Blutkörperchen aus weißen Blutzellen ein, während **Bizzozzero** (Centralblatt für die med. Wissenschaften 1881 Nr. 8) in seiner neuesten Arbeit eine von farblosen Blutzellen unabhängige Vermehrung der rothen Blutzellen durch Theilung derselben annimmt.

Ehe ich zu der eigentlichen Behandlung des Themas übergehe, möchte ich noch darauf hinweisen, dass die Bezeichnung Hämatoblast und Hämoblast von verschiedenen Forschern verschiedenen Blutelementen beigelegt ist.

Hayem bezeichnet damit kleine farblose Zellen, welche sich zu rothen entwickeln sollen, **Wissozky** unbegrenzte Zellgebilde, aus denen rothe wie weiße durch Abtheilung entstehen, **Rindfleisch** endlich gefärbte Zellen, welche Übergangsstufen zwischen rothen und farblosen Zellen darstellen. Ich werde mich in meiner Arbeit dem Gebrauche **Rindfleisch**'s anschließen und nur solche gefärbte Elemente, welche ich für Übergangsstufen von farblosen zu rothen Blutkörperchen halte, Hämatoblasten nennen.

Die große Verschiedenheit der Untersuchungsresultate weist von selbst auf die Schwierigkeiten hin, mit welchen der Beobachter bei den Bluluntersuchungen zu kämpfen hat. Es ist nämlich unmöglich, die Blutkörperchen innerhalb der Gefäßbahnen genauer zu untersuchen. Der Kreislauf ist einerseits zu schnell, andererseits sind die Präparate, welche einen Körpertheil, z. B. das Mesenterium eines lebenden Frosches enthalten, zu dick und gestatten nicht die genügenden Vergrößerungen anzuwenden. Man muss also, um feinere Untersuchungen anzustellen, das Blut aus den Gefäßen entfernen und die isolirten Körperchen betrachten. Man suspendirt die Blutkörperchen entweder in dem Blutplasma, oder in Serum, oder in $^3/_4{}^0/_0$iger Kochsalzlösung, denn jede andere bekannte

Flüssigkeit bringt die rothen Blutkörperchen im frischen Zustande zum Quellen, zum Entfärben oder zur Bildung von Granulationen. Ich habe daher fast alle meine Untersuchungen an frischen Präparaten gemacht, welche in Kochsalzlösung ($^3/_4$%) gebracht waren. Als Reagens bediente ich mich meist der Essigsäure (1%), selten der Kalilauge (1%). Bei Zählungen wendete ich meist Hartnack 3/7 an und suchte Gesichtsfelder, wo eine Schicht Zelle an Zelle gelagerter Blutkörperchen sich befand.

Die Behandlung frischen Blutes mit Osmiumsäure oder Müller'scher Flüssigkeit erhält dieselben zwar auch in ihrer Form, indess ist sie doch ungeeignet zu feineren Untersuchungen. Es kommt nämlich namentlich bei kernhaltigen rothen Blutzellen oft darauf an, auch die geringste Färbung der Zellen zu konstatiren und selbstverständlich macht das die an und für sich gelb gefärbte Müller'sche Flüssigkeit unmöglich, doch auch die Osmiumsäure verwischt die feinen Farbenunterschiede. Nach der zuletzt erwähnten Wissozky'schen Arbeit glaubte ich eine specifische Färbung der hämoglobinhaltigen Theile durch Eosin kennen zu lernen, was die Blutuntersuchungen zweifellos erleichtert hätte. Ich habe mir Mühe gegeben diese Färbung für meine Untersuchungen zu verwerthen. Allein es ist schon schwer, die Färbung einzelner Zellen unter dem Deckgläschen zu beobachten, vollends aber, wenn man das Alkohol enthaltende Reagens anwendet, wodurch zahllose Gerinnsel entstehen, welche die Untersuchung ohne Auswaschen des Präparates unmöglich machen. Vor Allem aber konnte ich mich nicht davon überzeugen, dass namentlich bei Doppelfärbung (mit Hämatoxylin) die »hell-lilarosarothe« Färbung nur dem hämoglobinhaltigen Protoplasma zukam. Ich habe daher fast alle meine Untersuchungen an frischen Präparaten gemacht, welche in Kochsalzlösung ($^3/_4$%) gebracht waren.

Die im Knochenmark jugendlicher Säugethiere und anämischer Personen sich findenden hämoglobinhaltigen, mit Kern versehenen Zellen legten mir die Frage nahe, in welchem Verhältnis wohl die kernhaltigen rothen Zellen bei Säugethieren zu den gekernten der anderen Wirbelthiere stehen möchten. Ich machte mich daher zuerst an die Untersuchung des Blutes der Vögel und zwar der Tauben, weil dieses seines Wärmegehaltes wegen dem Blute des Menschen näher zu stehen schien, als das der Fische und Amphibien.

Im Ganzen untersuchte ich das Blut von einigen Dutzend Fröschen und Tritonen, neun Aalen, zwei Plötzen, elf Tauben, zwei Dohlen und einer Blindschleiche. Daneben erstreckten sich meine Versuche auf eine beträchtliche Anzahl Ratten, Kaninchen, Meerschweinchen, Hunde und Katzen. Durch systematische Blutentziehungen suchte ich die Blutbildung bei Thieren mit kernhaltigen rothen Blutkörperchen zu beschleunigen und den Blutbildungsvorgang zu ermitteln. Gleichzeitig machte ich Blutentziehungen bei Säugethieren, um Vergleiche anstellen zu können. Selbstverständlich richtete ich mein Augenmerk bei den Untersuchungen auch auf die Organe, welche als Blutbildungsorgane in Anspruch genommen werden, namentlich die Milz und das Knochenmark.

Ich entfernte daher die Milz einzelner Thiere durch Operation, welche, wie ich gleich hier erwähnen will, meist gut vertragen wurde, und machte nach vollzogener Heilung, um die Betheiligung der Milz an der Blutbildung zu eruiren, namentlich bei Säugethieren fast stets Parallelversuche an normalen und an entmilzten Thieren. Bei Säugethieren ist mir die Entfernung der Milz sehr leicht geworden, ich habe daher das Blut entmilzter Kaninchen, Hunde, Ratten und Katzen untersucht, eben so habe ich Frösche, Tritonen und Aale entmilzt und auch hier Blutentziehungen bewerkstelligt, so weit es die Verhältnisse irgend gestatteten.

Um die Betheiligung des Knochenmarkes kennen zu lernen, wandte ich mich, da die Blutbildung bei den Thieren mit kernhaltigen, rothen Blutkörperchen specifische Unterschiede nicht aufzuweisen schien, zur Untersuchung des Blutes solcher Thiere, welche im Verhältnis zur Masse ihres Körpers nur ein Minimum Knochenmark besitzen, der Fische. Die Knochen dieser Thiere sind zum großen Theil durch Ossifikation von Bindegewebe entstanden, wie ein Theil der Schädelknochen, die Wirbelkörper, zum Theil auch die verschiedenen Fortsätze derselben und die Flossenstrahlen. Die übrigen Knochen sind von spongiöser Beschaffenheit und enthalten mit Fett gefüllte Markräume (Leydig, Histolog.). Auch mehrere dieser beinahe knochenmarklosen Thiere entmilzte ich, wie oben erwähnt, und stellte Bluntersuchungen in regelmäßigen Zwischenpausen an, leider sind systematische Blutentziehungen bei diesen Thieren nahezu unmöglich, weil man die Menge des bis zur Trombosirung der angeschnittenen Gefäße im Wasser ausfließenden Blutes nicht messen kann. Um den normalen beschleunigten Blutbildungsprocess kennen zu lernen, kam ich schließlich, zumal da dauernde Anämie bei normalen Thieren hervorzubringen mir nicht gelang, zur Untersuchung des Blutes junger Thiere, welche normal die verschiedenen Blutzellen des sich schnell bildenden Blutes aufweisen.

Ich gedenke in der vorliegenden Arbeit indess nicht den Gang meiner Untersuchungen einzuhalten, sondern der Übersichtlichkeit wegen werde ich in dieser Abhandlung über die Blutbildung bei Thieren mit gekernten rothen Blutkörperchen mich auslassen.

Untersucht man das Blut einer normalen Taube, so findet man folgende Körper in demselben. I. Gefärbte. Dahin gehören zunächst die gewöhnlichen (Fig. 1 *a*) langgezogen ellipsoidischen Körper, welche in der Mitte des homogenen gelbgrünen Zellenleibes einen von einem weißlichen Halo umgebenen länglichen Kern besitzen, dessen Längsachse in der des Blutkörperchens liegt. Diese Körperchen sind abgeplattet, im centralen Theil mehr als im peripherischen; aus dem centralen Theil sieht man bei seitlicher Lage der Zelle den Kern hervorstehen. Ihre Ausdehnung (Seibert III/5) beträgt im Mittel 0,013 mm Länge und 0,008 mm Breite und 0,002 mm Dicke. Dann diesen Zellen sehr ähnliche (Fig. 1 *b*), mit meist rundem, häufig länglichem stark glänzendem granulirtem Kerne und meist weniger langgezogen elliptischem Zellenleibe, als der der gewöhnlichen rothen; häufig sind sie auch weniger abgeplattet, oft dunkler gefärbt. Ihre Größe erreicht oft die der gewöhnlichen rothen Blutzellen, der Längsdurchmesser beträgt im Mittel 0,012 mm und beträgt im Minimum 0,009 mm. II. Ungefärbte Blutzellen. Dahin gehören stark glänzende kugelige Zellen (Fig. 1 *f*) mit mehr oder weniger feinkörniger Granulation, häufig dunkel konturirt; ihr Durchmesser ist ungefähr gleich dem kleinen Durchmesser der gewöhnlichen rothen Blutzellen, oft kleiner. Im Mittel 0,008 mm, selten bis 0,012 mm. Der Kern ist ohne Essigsäurezusatz meist nicht sichtbar, erscheint dann aber stark glänzend, häufig umgeben von stark lichtbrechenden Körperchen in rundem hyalinem Zellenleibe; mitunter sieht man mehrere Kerne. Ferner Zellen, welche bedeutend kleiner als die eben beschriebenen, 0,005 mm im Durchmesser, häufig nur schwach lichtbrechend und fein granulirt, Zellenkernen gleichen (Fig. 1 *g*); ihre Form ist meist unregelmäßig kugelig, oft in die Länge gezogen, birnförmig etc. Auf Zusatz von Essigsäure treten ihre Granulationen stärker hervor, ein Kern wird nicht sichtbar. Endlich Zellen von hyalinem Protoplasma und verschiedener Größe, meist kleiner als die rothen und größer als die oben beschriebenen farblosen Zellen. Im Mittel 0,012 mm. In der Mitte ein mehr oder weniger stark lichtbrechender runder oder länglicher Kern (Fig. 1 *e*), welcher den eben beschriebenen kleinen farblosen Zellen oft sehr gleicht. Die Zellen sind meist mehr oder weniger kugelig, oft abgeplattet, der Kern liegt peripherisch oder central. Diese letzteren lassen sich leicht verwechseln mit entfärbten rothen Zellen. Setzt man z. B. Essigsäure hinzu, so erscheinen die rothen Zellen mehr oder weniger kugelig und entfärben sich, der Kern bildet einen Durchmesser. Der letztere Umstand lässt sie meist von den rothen Zellen mit rundem Kern unterscheiden, obwohl auch diese länglichen Kern besitzen können und ohne Essigsäurezusatz mitunter auch schwach gefärbtes Protoplasma besitzen. Indess wenn letztere entfärbt sind, so lassen sie sich von den ursprünglich farblosen Zellen mit hyalinem Leibe kaum unterscheiden.

Das Blut der Fische und Amphibien weicht in der Beschaffenheit seiner körperlichen Elemente nur wenig von dem eben beschriebenen Taubenblute ab. Was die Größe der Zellen anbetrifft, so steht das Fischblut (Fig. 4) dem Taubenblute am nächsten; die normalen rothen Blutkörperchen der Plötze (Leuciscus erythrophthalmus L.) haben einen Längsdurchmesser von 0,013 mm, einen Breitendurchmesser von 0,0066 mm im Mittel. Die Größe der farblosen granulirten Zellen ist sehr verschieden, sie schwankt zwischen 0,006 und 0,012 mm. Die Formen mit hyalinem Leibe sind häufig sehr klein, bis 0,006 mm, während der Kern solcher Zellen eine Größe von 0,004 mm im Durchmesser zeigt.

Das Blut von Amphibien zeigt außerordentlich große Blutkörper. Die normalen Blutkörper von Bombinator igneus und Triton (Fig. 2 und 3) haben eine Länge von 0,033—0,039 mm, eine Breite von 0,0198 mm, die granulirten farblosen Zellen einen Durchmesser von 0,013 mm im Mittel, in seltenen Fällen bis 0,026 mm. Die farblosen Zellen mit hyalinem Leibe sind oft kugelig mit einem Durchmesser von 0,019—0,026 mm, oft länglich mit einem Längsdurchmesser von 0,026, Breitendurchmesser von 0,016 mm. Die Kerne dieser Zellen sind oft sehr groß, ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,007—0,013 mm.

Was das Zahlenverhältnis der farblosen zu den gefärbten Zellen anbetrifft, so haben Fische und Amphibien gegenüber dem Taubenblute stets einen reichlicheren Gehalt an farblosen Blutzellen. Es muss indess hervorgehoben werden, dass namentlich bei Amphibien die Jahreszeit großen Einfluss auf die Zusammensetzung des Blutes hinsichtlich der Zellen hat. Die größten und zahlreichsten farblosen Blutzellen bei normalen Thieren fand ich in dem Blute eines im August gefangenen Triton, ein analoges Bild erhielt ich von einer Blindschleiche während des Winterschlafes. Bei Triton fallen im Blute zahlreiche farblose Zellen auf von sehr erheblicher Größe mit außerordentlich großem Kerne, wie oben angegeben. Diese Zellen sind im Blute des Frosches, namentlich aber des Aales und vor Allem der Taube sehr selten. Besonders interessant wird das Studium des Blutes der Fische und Amphibien indess namentlich durch Blutzellen, welche zwischen den farblosen und gefärbten Zellen zu stehen scheinen und die ich weiter unten als Hämatoblasten beschreiben werde. Man findet nämlich im Blute eines Triton z. B. im August häufig außerordentlich zahlreiche mehr oder weniger intensiv gefärbte Zellen, welche durch ihre kugelige oder abgeplattet runde Form (Fig. 2 *b*) und durch den unverhältnismäßig großen, häufig peripher gelegenen Kern sofort an die ungefärbten Zellen mit breitem hyalinem Leibe (Fig. 2 *g*) erinnern. Ist eine solche Zelle sehr schwach gefärbt, so ist es mitunter unmöglich mit Bestimmtheit zu sagen, in welche von beiden Zellenarten sie zu setzen sei. Neben diesen Formen findet man im Blute der Amphibien, außerdem in dem Blute der Fische stets, und wie ich weiter unten beschreiben werde, auch im Blute der Tauben, zahlreiche kugelige Zellen von intensiver Hämoglobinfärbung und namentlich beim Aale (Fig. 4 *b*) erheblich kleiner als die gewöhnlichen gefärbten Zellen. Der häufig ohne Essigsäurezusatz nicht sichtbare Kern ist meist unverhältnismäßig groß und bläschenförmig (Fig. 4 *c*, Fig. 3 *d α*) oder stark lichtbrechend granulirt und liegt meist peripherisch. Es sind dieses die Zellen, die ich weiter unten als Hämatoblasten auch im Taubenblute beschreiben werde. Namentlich aber sieht man neben den Hämatoblasten farblose Blutzellen in großer Anzahl, welche zum Theil an Größe und Gestalt den Hämatoblasten sehr nahe stehen. Diese Zellen sind auch sehr zahlreich in der Milz dieser Thiere vorhanden, und ich werde sie weiter unten schildern.

Fragen wir nun, ob das Blut aus verschiedenen Theilen des Körpers das gleiche mikroskopische Bild ergiebt, so ist hervorzuheben, dass man die beschriebenen Körper überall im cirkulirenden Blute findet, dagegen das Zahlenverhältnis der verschiedenen Zellen sich in einzelnen Organen ändert.

Betrachten wir ein Präparat von der Milz einer Taube, so finden wir neben einzelnen normalen kernhaltigen rothen Blutzellen zunächst zahlreiche weiße Blutkörperchen von der verschiedensten Größe. Alle oben beschriebenen sind vorhanden, daneben aber auch zahlreiche gefärbte kugelige Formen mit peripherem Kerne von verschiedener Größe (Fig. 1 *c*), von 0,0066—0,009 mm Durchmesser, die kleinsten von der Größe der stark granulirten farblosen Zellen. Von den farblosen Zellen treten kugelige sehr große, von 0,007—0,009 mm Durchmesser, stark lichtbrechende mit dunklem Kontur hervor, welche mitunter eine deutliche, wenn auch nur wenig gelbliche Färbung besitzen. Die Froschmilz zeigt ein ziemlich analoges Bild, sehr instruktiv sind indess namentlich Präparate von der Milz des Aales und des Salamanders. Vorzüglich beim Salamander finden sich in der Milz neben den in der Milz der Taube gefundenen Körpern sehr große farblose Zellen, welche zunächst als amyloid glänzende dunkel konturirte kugelige Ballen von der verschiedensten Form imponiren. Während einzelne von ihnen nicht die Spur von Färbung zeigen, sind andere sehr deutlich gefärbt (Fig. 2 *d*), auf Zusatz von Essigsäure zeigen sie einen hyalinen Zellenleib (Fig. 2 *d α*), der meist ovoide oder ovale Form annimmt, und einen häufig in der Mitte der Zelle befindlichen Kern, der sich in Folge des Zusatzes von Essigsäure eben so wie die Kerne der gewöhnlichen rothen Blutzellen leicht gelblich färbt, so dass die Zelle der Form einer entfärbten gewöhnlichen rothen Blutzelle ganz ähnlich wird. Die Milz des Aales zeigt meist die eben beschriebenen großen farblosen oder leicht gefärbten Zellen der Salamandermilz gar nicht oder selten, dagegen außerordentlich viel kleine Blutzellen, sowohl gefärbte wie ungefärbte, von 0,006 mm Durchmesser. Die kugeligen gefärbten Zellen haben häufiger dunklen Kontur, wie die bei der Taube beschriebenen analogen Elemente, häufiger sind sie auch schwach gefärbt (Fig. 4 *d*) und weniger stark lichtbrechend; man findet sie in allen Größen der farblosen Zellen. Letztere haben sehr häufig einen hyalinen Leib und centralen oder peripheren stark lichtbrechenden Kern und sind außerordentlich klein (Fig. 4 *f*). Ganz analoge Formen findet man gefärbt.

Ich will gleich hier erwähnen, dass man ganz entsprechende Bilder wie aus der Milz beim Aal von dem großen Lymphsinus der Niere erhält, vielleicht sind die farblosen Zellen nicht ganz so reichlich, wohl aber die kugeligen gefärbten Zellen.

Das Blut der Leber von Taube, Fisch und Amphibien giebt weniger übersichtliche Bilder. Man erkennt auch dort zahlreiche kugelige gefärbte Körper und weiße Blutzellen, letztere enthalten auch hier wie in der Milz häufig stark lichtbrechende Granulationen, im Ganzen aber zeigt das Blut weniger Abweichungen in seinen körperlichen Elementen von dem Blute der großen Arterien, als das Blut der Milz.

Im Knochenmarke der Taube findet man ebenfalls zahlreiche kugelige rothe Blutkörperchen; daneben scheinen auch die farblosen Blutzellen vermehrt zu sein, indess ist hier wegen der Knochenmarkszellen eine sichere Beurtheilung nicht möglich. Häufiger kommen hier Formen vor, welche im mehr oder weniger schwach gefärbten homogenen Zellenleibe einen auffallend großen Kern besitzen und den im Blute des Triton (siehe oben) gefundenen Zellen sehr ähnlich sind. — Eine Vermehrung der farblosen Zellen und Hämatoblasten kann man ferner leicht erkennen in dem Blute aus einem Federkiele. Zupft man einer Taube eine im Wachsen begriffene starke Feder aus, so kann man durch Druck auf den Kiel einen zum Präparate wie geschaffenen Tropfen Blut entleeren. Derselbe enthält gegenüber dem Blute aus den großen Gefäßen, ebenfalls die farblosen Blutzellen und die kugeligen gefärbten Körper in größerer Anzahl.

Obwohl es nahe liegt, schon nach diesen Befunden Betrachtungen über diese verschiedenen Zellenformen anzustellen, wollen wir doch, ehe wir für die Verschiedenheit der Blutzellen eine Deutung suchen, zunächst die Veränderungen des Blutes nach verschiedenen Experimenten betrachten, welche die Blutbildung beschleunigen.

Macht man einer Taube eine größere Blutentziehung (6 bis 7 g) und untersucht ihr Blut am nächsten Tage, so bemerkt man folgende Unterschiede: Die farblosen Elemente sind bedeutend vermehrt, die gefärbten Zellen mit stark glänzendem meist rundem Kerne nehmen an Zahl zu, die ungefärbten Zellen mit hyalinem Leibe nehmen ab. Die gefärbten Zellen dagegen mit dunkel granulirtem stark glänzendem Kerne sind vermehrt. Dieses Verhältnis bleibt meist noch den nächstfolgenden Tag, obwohl schon weniger bemerkbar, um in der nächsten Zeit wieder normal zu werden. Ich habe diese Veränderung fast bei allen meinen Versuchen gefunden, wie schon Andere vor mir, und begnüge mich, die Thatsache zu konstatiren. Macht man indess einer Taube in kurzer Zeit große Blutentziehungen und bewirkt dadurch eine ganz abnorm schnelle Blutbildung, so treten noch andere Veränderungen ein. Zunächst schwinden dann farblose Zellen mit hyalinem Leib fast völlig, alle anderen farblosen Elemente sind indess vermehrt. Unter den gefärbten Elementen sind solche mit stark glänzendem Kerne und weniger langgezogener ellipsoidischer Zellenform sehr zahlreich; sie sind meist schwach gefärbt, vor Allem aber richten kugelige Elemente von dunklem Glanze, meist dunkel konturirt und mit peripherisch liegendem Kerne unser Augenmerk auf sich (Fig. 1 *c*). Dieselben haben theilweise die Größe der großen stark lichtbrechenden weißen Blutkörperchen, manche sind erheblich kleiner, die meisten sind größer, erreichen aber nicht die Größe der rothen Blutkörper (von 0,006—0,009 mm Durchmesser). Ihr Kern ist meist rund und dunkel konturirt, häufig länglich, mitunter kaum sichtbar. Oft ist es sogar unmöglich mit den stärksten Vergrößerungen (HARTNACK 3/11) in ihnen einen Kern zu entdecken; bisweilen auch ist ihre Form nicht kugelig, sondern ellipsoidisch, Gerstenkorn-ähnlich und der kaum sichtbare dunkel konturirte Kern verbindet die extremsten Enden. Setzt man Essigsäure hinzu, so entfärben sich diese Elemente, welche ich nach RINDFLEISCH Hämatoblasten nennen will, häufig sehr schwer; zunächst tritt der Kern deutlicher hervor, endlich wird der Zellenleib hyalin, der Kern, mehr oder weniger stark lichtbrechend, liegt peripherisch und ist meist rund, oft länglich. Indess verhalten sich nicht alle Hämatoblasten gleich; einzelne Elemente zeichnen sich durch besonders dunklen Glanz aus, sind rund und sehr dunkel konturirt, ihre Entfärbung dauert häufig längere Zeit (Fig. 1 *d*); schwindet dann plötzlich die gelbe Färbung, so erhalten wir ein stark glänzendes dunkel konturirtes und mit kleinem hyalinen Zellenleibe versehenes Körperchen, welches sich in nichts von den stark glänzenden großen weißen Blutzellen unterscheidet (Fig. 1 *d α*).

Betrachten wir nun die großen (0,006—0,009 mm Durchmesser) glänzenden weißen Blutkörperchen, so sehen wir einzelne von hervorragender Größe mit gelbem Glanze, welcher bei Verschiebung des Focus durchaus den Eindruck von Hämoglobinfärbung macht. Dennoch wiegt bei genauer Einstellung der bläuliche Glanz vor, und man sieht deutlich die weißlich granulirte Zelle, in der ein Kern nicht sichtbar ist. Erst ganz allmählich schrumpft in Essigsäure die stark granulirte Masse ein wenig und macht einen hyalinen Zellenleib sichtbar. Außer diesen großen stark lichtbrechenden weißen Blutkörperchen kommen größere und kleinere mehr oder weniger stark lichtbrechende und granulirte Zellen vor. Neben diesen Körpern finden wir nach großen Blutentziehungen häufig noch kleine, kugelige, mitunter etwas abgeflachte Zellen, meist mit intensiv dunkelgelbem Glanze und gleichfalls dunkel konturirt. Sie sind oft von der Größe der kleinen kernähnlichen weißen Blutkörper, mitunter größer (0,004—0,006 mm Durchmesser), mitunter kleiner, zeigen niemals einen Kern und unterscheiden sich nur durch die Größe von den kernlos erscheinenden Hämatoblasten.

Weniger deutlich sind die Veränderungen des Blutes nach Blutentziehungen bei Triton, weil dasselbe so wie so zahlreiche Hämatoblasten enthält. Man hat auch hier größere Schwierigkeiten zu überwinden, um regelmäßige Blutentziehungen zu ermöglichen, weil die Thiere zu klein sind. Am besten verfährt man mit Amputation von Schwanzstücken, wodurch ein, wenn auch minimaler Blutverlust entsteht. Bessere Resultate erhält man, wenn man einen Triton lange Zeit, vielleicht drei Monate lang, nicht fressen lässt und ihm dann reichlich zu fressen giebt. Die Hämatoblasten schwinden auch während der Hungerzeit nicht vollständig, indess nehmen sie an Zahl ab, eben so die weißen Blutkörperchen. Schon wenige Stunden, nachdem der Triton gefressen hat, treten zahlreiche, namentlich kleine kernähnliche, weiße Blutkörperchen auf; in etwas späterer Zeit findet man auch zahlreiche große weiße Blutkörperchen und Hämatoblasten von verschiedener Größe. Von den weißen Blutkörperchen fallen wieder solche mit amyloid-ähnlichem gelblichen Glanze auf, wie sie oben bei dem Präparate von der Milz beschrieben wurden. Ferner nehmen auch häufig auftretende mattglänzende Scheiben oder Kugeln unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, welche keine Spur von Kern oder Granulation zeigen und meist etwas kleiner sind als die großen weißen Blutzellen, mitunter auch nur die Größe von großen Kernen besitzen. Auf Zusatz von Essigsäure werden sie zum Theil granulirt und gleichen Kernen, zum Theil zeigen sie einen hyalinen Leib und granulirten Kern. Man erkennt in ihnen leicht diejenigen farblosen Blutkörperchen, welche, wie oben beschrieben, in einem weiter entwickelten Stadium amyloid-glänzend werden und Hämoglobinfärbung annehmen. Am schwierigsten ist es Fischen größere Blutentziehungen zu machen. Indess ist man doch darauf angewiesen, wenn man die Blutbildung beschleunigen will, weil man weniger genau die Nahrungsaufnahme überwachen kann, als bei anderen Thieren. Ich benutzte zur Untersuchung Aale, welche ich mit einem Handtuch griff. Dieselben rollen sich sofort zusammen und pressen ihren Schwanz fest gegen das Handtuch. Diesen Augenblick benutzt man, um ein Stück von der Schwanzflosse abzuschneiden, worauf gewöhnlich eine ziemlich erhebliche Blutung erfolgt. Man ist meist nicht in der Lage die Blutung zu stillen, und muss sich eine weitere Blutung im Wasser gefallen lassen. Indess verschlägt das in den meisten Fällen nichts. Man findet im Blut nach mehreren solchen Blutentziehungen zahlreiche kleine hyaline Zellen mit glänzendem Kerne, während auch die anderen weißen Blutzellen in allen Größen vermehrt erscheinen. Gleichzeitig treten zahlreiche Hämatoblasten auf, viele von sehr geringer Größe und häufig matt gefärbt.

Ich komme nun zu der Erklärung meiner Befunde. Wenn man überhaupt aus dem Nebeneinander von Zellenformen, welche zwischen zwei anscheinend verschiedenen Zellengruppen Übergangsstufen zu bilden scheinen, auf einen Entwicklungsvorgang schließen darf, den die eine Zellengruppe durchmacht, um zur anderen zu werden, so ist dieser Schluss zweifellos berechtigt bei dem Befunde der kernhaltigen Blutkörperchen. Wir finden in dem Kreislaufe der Thiere mit kernhaltigen Blutkörperchen alle möglichen Übergangsformen zwischen farblosen und gefärbten Blutkörperchen. Dass es Übergangsformen von den weißen zu den gefärbten Zellen sind, erkennt man aus dem Entwicklungsgang bei forcirter Blutbildung.

Nachdem dem Körper eine große Menge seiner Blutzellen genommen sind, strebt er danach, sie wieder zu ersetzen; dieses geschieht durch eine beschleunigte Bildung der Blutzellen. Es ist natürlich, dass die Anfangsformen zunächst vermehrt erscheinen, und so sehen wir eine Vermehrung der weißen Blutzellen. Offenbar aber wird auch die Bildung rother Blutzellen beschleunigt, denn wir sehen bei der Taube z. B. Formen mit rundem glänzendem Kern und gefärbtem Leibe vermehrt. Dass diese aber den gewöhnlichen rothen Blutkörperchen mit länglichem, schwach lichtbrechendem Kerne sehr nahe stehen, sieht man an Zwischenformen, bei denen man nur schwer entscheidet, in welche Kategorie sie gehören. Wir finden z. B. Zellen mit länglichem glänzendem Kern und etwas abgerundeter Form, oder Zellen, welche genau den gewöhnlichen rothen Zellen gleichen mit Ausnahme des runden, schwach lichtbrechenden Kernes. Es ist also wohl nicht zu bezweifeln, dass, da bei beschleunigter Blutbildung sich die Zellen mit rundem, glänzendem Kern vermehren, dieselben als Vorstufen zu den gewöhnlichen rothen aufgefasst werden müssen. Woher sie stammen, ist unschwer zu sehen. Die schon im normalen Leben mit den eben besprochenen Formen leicht zu verwechselnden farblosen Zellen mit hyalinem Leibe schwinden nach größerem Blutverluste fast ganz, dagegen zeigen sich viele der gefärbten Zellen mit rundem Kern nur sehr schwach gefärbt, neben solchen mit intensivem Glanze. Aus dieser Verminderung kann man schließen, dass die farblosen Elemente zur Bildung rother dienen müssen. Die schwach gefärbten sind die ersten Formen, denn die Färbung beginnt jedenfalls peripherisch, um sich dann nach dem Kern zu fortzusetzen. Setzt man nämlich Essigsäure hinzu, so entfärben sich die schwach gefärbten gewöhnlich zuerst, was sie nicht thun würden, wenn die Färbung vom Kern aus begönne, auch sieht man nie Formen mit gefärbtem Centrum und hyaliner peripherischer Schicht. Die weiter vorgeschrittenen Formen sind daher intensiver gefärbt als die im ersten Stadium befindlichen. Es ist also anzunehmen, dass die gefärbten, den gewöhnlichen rothen Blutzellen nahestehenden Formen von den farblosen Zellen mit hyalinem Leibe und glänzendem Kern ihren Ursprung nehmen.

Diesen gefärbten Zellen stehen aber unzweifelhaft auch die oben bezeichneten kugeligen intensiv gefärbten Hämatoblasten sehr nahe, denn es ist sehr leicht, eine Übergangsreihe von den einen zu den anderen hinzustellen, so dass man nicht unterscheiden kann, sind die weiter entwickelten Formen aus diesen Hämatoblasten oder direkt aus den farblosen Zellen mit breitem hyalinem Protoplasmasaum entstanden. Wir finden kleine kugelige, stark lichtbrechende, dunkel konturirte gelbe Körper, in denen der Kern (Fig. 1 *d*) kaum zu bemerken; auf Zusatz von Essigsäure erscheint der Kern oft unverhältnismäßig groß und peripherisch liegend; daneben sind etwas größere, der Kern ist kleiner, erscheint dunkel konturirt und deutlicher zu sehen (Fig. 1 *c*); andere sind nicht so dunkel glänzend, der Kern scheint in der Mitte zu liegen, das Körperchen erscheint etwas platt gedrückt (Fig. 1 *b*). Auf Zusatz von Essigsäure erscheint der Kern hellglänzend, der Zellenleib entfärbt sich und wir erhalten ein Körperchen, das nicht von dem nebenliegenden entfärbten und geschwollenen gewöhnlichen rothen Blutkörperchen zu unterscheiden ist, wenn es nicht gerade einen runden Kern besitzt. Dass zu diesen Hämatoblasten auch die anscheinend kernlosen gehören, ist wohl nicht zu bezweifeln, da man häufig auf Zusatz von Essigsäure ein zunächst anscheinend kernloses von einem kernhaltigen nicht unterscheiden kann. Der Kern war bei jenem nur durch das farbige Protoplasma bedeckt.

Diesen anscheinend kernlosen gleichen aber in Bezug auf Größe, Glanz und Farbe jene Gebilde vollständig, welche auf Zusatz von Essigsäure plötzlich die Gestalt eines glänzenden großen weißen Blutkörperchens annehmen, und ohne Bedenken würde man sie dahin rechnen, wenn man die Veränderungen nach Zusatz von Essigsäure nicht gesehen hätte.

Man muss sie daher für Übergangsformen von weißen zu rothen Blutkörperchen halten. Das erwachsene, fein granulirte, stark lichtbrechende Blutkörperchen zeigt an der Peripherie zunächst eine dünne Hämoglobinschicht, welche dem Körperchen einen gelblichen Glanz verleiht, dasselbe aber noch als »weißes« erkennen lässt. Allmählich wird die gefärbte, homogene Schicht immer dicker, während der große, farblose Kern allmählich kleiner wird, um schließlich zu einem zunächst meist bläschenförmigen Kern sich zu gestalten.

Ich glaube also — auch Rindfleisch (Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 17. 1880) spricht zum Schluss seiner Arbeit diese Vermuthung aus —, dass die großen, kugeligen, stark lichtbrechenden, weißen Blutzellen ein Vorstadium der Hämatoblasten bilden. Man findet solche mitunter zum Theil deutlich gelb glänzenden, stark lichtbrechenden Zellen sowohl bei Tauben als bei Amphibien und Fischen (auch bei der Blindschleiche) (Fig. 2 *e*, 3 *e*). Am deutlichsten sind die Übergangsformen von farblosen zu gefärbten Elementen beim Triton. Hier findet man namentlich im Spätsommer alle möglichen Übergangsformen von farblosen Zellen zu gefärbten. Diejenigen mit hyalinem Leibe werden zunächst ganz schwach, dann immer intensiver gefärbt, wobei der zunächst sehr große Kern an Volumen abnimmt. Bei den stark glänzenden, namentlich in der Milz gefundenen Zellen entwickelt sich auf Zusatz von Essigsäure aus der amyloid glänzenden gefärbten großen Zelle ein verhältnismäßig großer hyaliner Zellenleib, in welchem stark glänzend der verhältnismäßig kleine Kern sichtbar wird, während bei den jüngsten Hämatoblasten der Taube und des Frosches auf Zusatz von Essigsäure häufig neben dem großen Kern nur eine äußerst feine hyaline Schicht bemerkbar wird (Fig. 3 *d α*, Fig. 1 *d α*). Damit soll nicht gesagt sein, dass diese letzteren Zellen nicht auch bei Tritonen vorkommen (Fig. 2 *c α*), indess werden sie nicht so regelmäßig beobachtet. Es ergiebt sich daraus eine Verschiedenheit der Hämatoblasten nicht nur bei verschiedenen Thieren, sondern auch bei demselben Individuum. Es ist zunächst hervorzuheben, dass man nach großen schnell auf einander folgenden Blutentziehungen bei Tauben beobachtet, dass die Hämatoblasten auffallend klein werden (0,006 mm Durchmesser) und nicht alle die Größe der größten farblosen Zellen erreichen. Einer jungen ausgewachsenen Taube wurden am 13., 15., 16., 17., 18. November 1880 größere Blutentziehungen gemacht, so dass sie noch am 18. November zwei Stunden nach dem Experimente starb. Die Untersuchungen des Blutes am 17. und 18. November ergaben zahlreiche Hämatoblasten von der Größe kleiner und mittlerer weißer Blutkörperchen. — Auffallend ist die verschiedene Größe der Hämatoblasten auch beim Triton, am meisten aber imponirt ihre häufig geringe Größe beim Aale. Man bemerkt bei Aalen, namentlich bei jungen und entmilzten, oft kugelige gefärbte Blutkörperchen (Fig. 4 *d*), welche ungefähr die Größe der kleinsten farblosen Zellen (0,003—0,006 mm) besitzen. Häufig sind sie weniger intensiv gefärbt, als die größeren Hämatoblasten, alle besitzen einen peripherischen oder centralen stark lichtbrechenden Kern. Gerade beim Aale ist indess auch die Ableitung dieser Zellen von farblosen Zellen unmittelbar gegeben. Man bemerkt nämlich bei mittelstarker Vergrößerung (Hartnack 3/7) in demselben mikroskopischen Bilde zahlreiche stark lichtbrechende Kerne, welche genau den Kernen dieser kleinsten Hämatoblasten gleichen, hin und wieder scheinen diese Kerne einen hyalinen Zellenleib zu besitzen. Wendet man nun eine starke Vergrößerung an, so bemerkt man, dass jeder dieser Kerne eine äußerst zarte hyaline Zellenzone besitzt, welche genau dem gefärbten homogenen Zellenleibe der Hämatoblasten entspricht. Bedenkt man nun, dass einzelne der Hämatoblasten sehr schwach gefärbt sind und sich von ungefärbten bei starker Vergrößerung kaum unterscheiden lassen, so wird man nicht umhin können anzunehmen, dass diese Hämatoblasten aus den kleinen farblosen Zellen entstehen.

Dieser Befund weist mit ziemlicher Sicherheit darauf hin, dass auch aus kleinen farblosen Blutzellen Hämatoblasten entstehen können, gleichwohl sind für die kleinen Hämatoblasten der Tauben nicht so einfach die nächsten Vorstufen zu finden. Es giebt ja zweifellos auch im Taubenblute kleine hyaline Zellen mit verhältnismäßig kleinem Kerne, indess ist ein Befund namentlich im Blute der Vögel, aber auch bei Frosch, Aal, Triton etc. auffällig. Wie oben schon erwähnt, bemerkt man nämlich häufig, dass je kleiner der Hämatoblast, verhältnismäßig um so größer der Kern sei. Auch sieht man mitunter Hämatoblasten, welche auf Zusatz von Essigsäure nur eine ganz kleine hyaline Zone zeigen. Dieser Befund ergiebt von vorn herein eine Verschiedenheit zwischen den farblosen Zellen und diesen Hämatoblasten. Es ist bekannt, dass auf Zusatz von Essigsäure die farblosen Zellen meist ihre Granulation verlieren und ein oder mehrere gewöhnlich peripherisch gelagerte Kerne zeigen. Indess hier finden wir auch die Erklärung des abweichenden Befundes bei den Hämatoblasten, es giebt nämlich farblose Blutkörperchen, wie auch Rindfleisch (Fig. 1 *d* siehe oben) für das Menschenblut angiebt, welche so arm an Protoplasma sind, »dass es einem ungeübten Beobachter nicht zu verargen wäre, wenn er sie rundweg als nackte Kerne bezeichnete«. Ich glaube hinzufügen zu dürfen, dass es in der That weiße Blutzellen giebt, in denen auch der Geübteste schwerlich etwas Zellenprotoplasma ohne Zusatz von Essigsäure bemerken würde (Fig. 1 *f*, 3 *g*, 4 *e*). Setzt man z. B. einem Präparate, das neben kugeligen, deutlich gefärbten Blutkörperchen auch stark lichtbrechende, farblose und ganz wenig gefärbte kugelige Zellen enthält, z. B. aus der Milz der Taube, einen Tropfen Wasser oder sehr verdünnte Essigsäure hinzu, so bemerkt man, dass die Hämatoblasten sich allmählich aufhellen, ihr Kern aber häufig zu schrumpfen scheint, namentlich wenn er sehr groß ist; ähnlich verhalten sich die stark lichtbrechenden, zum Theil leicht gefärbten Zellen. Die Färbung schwindet und es zeigt sich nur ein äußerst zarter und feiner Saum eines hyalinen Zellenleibes, von dem man nicht weiß, ob er durch Quellung in Folge des Zusatzes der Essigsäure entstanden, oder durch Schrumpfung des fast die ganze Zelle einnehmenden Kernes. Dieses ganz gleiche Verhalten der leicht gefärbten und ungefärbten, stark lichtbrechenden Blutkörperchen gegenüber der Essigsäure scheint mir noch mehr darauf hinzuweisen, dass beide Elemente nahe verwandt sind.

Der beim ersten Anblick, namentlich bei der Taube, schwer zu erklärende Befund, dass die Hämatoblasten von so verschiedener Größe sind, macht nun auch wenig Schwierigkeiten. Giebt es schon im normalen Blute stark lichtbrechende farblose Blutzellen von verschiedener Größe, so um so mehr bei dem sich schnell ersetzenden Blute. Es ist daher höchst wahrscheinlich, dass die nach großen Blutverlusten auftretenden kleinen Hämatoblasten kleineren, farblosen Zellen ihre Entstehung verdanken. In der That sieht man bisweilen neben größeren, stark lichtbrechenden, gefärbten Elementen, etwas kleinere mit dunklen Konturen, welche leicht gefärbt erscheinen. Auch die unverhältnismäßige Größe der Kerne der kleinen Hämatoblasten ist unschwer zu erklären. Während der Kern in der Zelle allmählich sich verkleinert, nimmt die Zelle an Umfang zu, gleichzeitig plattet sie sich ab und nimmt ovoide Form an, wie man aus zahlreichen Übergangsformen von den Hämatoblasten zu den normalen kernhaltigen rothen Blutkörperchen nachweisen kann.

Um die Blutbildung zu beobachten, ist es indess nicht nöthig, dass man künstlich die Beschleunigung der Blutbildung vermehrt. Sehr übersichtliche Präparate geben auch junge Thiere, z. B. Aale von circa 10 cm Länge.

Sehr schöne Übergangsformen findet man auch in dem Blute des Winterfrosches oder in dem einer Blindschleiche während des Winters. Namentlich kann man sich von der beginnenden Färbung der weißen Blutzellen überzeugen. Wahrscheinlich bedingt der sehr langsame Stoffwechsel den allmählichen Übergang der farblosen in gefärbte Zellen, wodurch die Untersuchung sehr bequem wird.

Mit meiner Ansicht, die neuerdings auch in der hervorragenden Arbeit von Malassez (siehe oben) ausgesprochen wird, steht in direktem Kontrast der neuerliche Befund von Bizzozzero und G. e A. Torre (Virch.-Hirsch, Jahresbericht 1880), welche im Knochenmarke der Vögel und im Blute der Eidechsen bei den ausgewachsenen rothen Blutkörperchen Kerntheilungsformen und Kernverdoppelung gefunden haben, und daher zu dem Schlusse kommen, dass die rothen Blutkörperchen sich durch Theilung vermehren. Ich habe Kerntheilungsfiguren niemals gesehen; wenn indess in seltenen Fällen gefärbte Zellen mit zwei Kernen vorkamen, wie sie auch Malassez in seinen Zeichnungen angiebt, so hielt ich sie analog den Hämatoblasten der Säugethiere für im Übergang begriffene farblose Zellen, woran auch die Größe der Kerne erinnert.

Es kommen nun noch Blutkörperchen in Betracht, die von verschiedener Größe meist kleiner als Hämatoblasten, deutlich gefärbt, homogen, kugelig oder abgeplattet und ohne Kern (Fig. 5 *a*) in dem Blute der untersuchten Thiere mit kernhaltigen rothen Blutzellen fast stets gefunden wurden. Dieselben haben große Ähnlichkeit mit Hämatoblasten, wenn in letzteren der Kern nicht zu erkennen ist. Die Unterscheidung geschieht am besten durch Essigsäure; während die Hämatoblasten stets einen Kern wahrnehmen lassen bei Essigsäurezusatz, werden diese Körper stets vollständig hyaline Scheiben oder Kugeln (Fig. 5 *a α*). Es ist zweifellos, dass ein Theil dieser Körper erst im Präparate entsteht, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man zu dem ein wenig eingetrockneten Präparate einen Tropfen Kochsalzlösung hinzusetzt. Gleichwohl aber kommen diese tropfenartigen Körper mitunter sehr zahlreich auch in ganz frischen Präparaten vor und namentlich dort, wo man auch stets Hämatoblasten findet, in der Milz oder beim Aale in dem Lymphsinus. Mit den Hämatoblasten haben sie zum großen Theil außer der kugeligen oder scheibenähnlichen Form noch das überein, dass sie häufig sehr dunkel gefärbt sind und gegen die Einwirkung der Essigsäure sehr lange Widerstand leisten. Ich habe Gelegenheit gehabt ihre Entstehung auf zweierlei Weise zu beobachten. Zunächst bei einem Frosche im Winter. In dem ganz frischen Präparate aus der Vene in der Medianlinie des Bauches zeigten sich viele auffallend dunkel gefärbte Hämatoblasten mit peripherem großem Kerne. An einzelnen dieser Hämatoblasten konnte man kleinere, tropfenähnliche, kugelige, gefärbte Körperchen bemerken (Fig. 5 *b*), welche durch einen feinen Faden mit dem Hämatoblasten verbunden waren (der Verbindungsfaden fehlt auf der Tafel). Ich bemerkte sogar ein Hämatoblast, das auf einem Faden drei solcher kleinen Körper trug; von dem Hämatoblasten war nur noch der Kern übrig mit sehr wenigem gefärbtem Protoplasma. Auf Zusatz von Essigsäure entfärbten sich die Hämatoblasten wie die kleineren homogenen Körper; die Hämatoblasten zeigten dann deutlich einen verhältnismäßig großen stark lichtbrechenden Kern, die ihnen ähnlichen Körper wurden durchaus hyaline Scheiben oder Kugeln. Nach diesem Befunde ist wohl kaum zweifelhaft, dass ein Theil der im Blute vorkommenden kernlosen hämoglobingefärbten Körper durch Abtrennung eines homogenen Zellentheiles der Hämatoblasten entsteht. Indess auch noch andere Körper dienen ihnen zum Ursprung. Man bemerkt, namentlich beim Aale oder auch bei der Taube, hin und wieder gefärbte kernhaltige, den normalen Blutkörperchen im Ganzen gleichzustellende Blutzellen, welche ungefähr die Form einer **8** besitzen (Fig. 6 *a*). Zwei gefärbte, kernlose, runde Zellentheile werden durch den zwischen beiden liegenden Kern zusammengehalten. Daneben findet man Formen, wo der Kern einer runden etwas abgeplatteten Zelle stark prominirt (Fig. 6), so dass, wenn man die vorher beschriebene Form mit dieser vergleicht, sofort der Gedanke entsteht, dass die letzte entstanden ist durch Abtrennung eines auf der anderen Seite des Kernes vorhandenen Zellentheiles. Ich glaube daher, dass auch auf diese Weise die gefärbten kugeligen, kernlosen Gebilde entstehen können. Jedenfalls wird man daran festhalten müssen, dass die so entstandenen Körper durchaus nicht den Hämatoblasten gleichzustellen sind, sowohl weil sie nicht direkt aus farblosen Zellen entstehen, als weil sie sich nicht zu kernhaltigen, rothen Blutzellen entwickeln.

Fasse ich nun das bisherige Ergebnis über die Bildung der rothen Blutkörperchen bei Thieren mit kernhaltigen rothen Blutzellen zusammen, so muss ich obenan den Satz stellen: Die rothen Blutkörperchen entstehen durch Umwandlung der farblosen Blutzellen. Die ihnen nächststehenden Formen sind die meist kugeligen gefärbten Zellen mit peripherem oder centralem häufig unverhältnismäßig großem Kern, sogenannte Hämatoblasten. Unter den Hämatoblasten findet man Formen, welche eine Reihe von Übergangsstufen bilden von den gewöhnlichen rothen Blutkörperchen bis zu den typischen erheblich kleineren Hämatoblasten mit peripherem großem Kern. Die Hämatoblasten entwickeln sich unmittelbar aus den farblosen Zellen, indem sich der hyaline Zellenleib derselben färbt. Der hyaline Zellenleib besitzt oft eine auffallend geringe Dicke, so dass die Hämatoblasten dann nur mäßig gefärbt erscheinen. Der Kern nimmt allmählich kleinere Dimensionen an, während der Zellenleib an Umfang gewinnt.

Die den Hämatoblasten am nächsten stehenden Formen der weißen Blutkörperchen sind diejenigen mit großem hyalinem Zellenleibe und kleinem Kern. Bei forcirter Blutbildung (bei jungen Thieren, Tritonen im Frühjahr während der Paarungszeit etc.) verwandeln sich indess auch namentlich Zellen mit sehr großem Kern und äußerst schmaler hyaliner Zone in Hämatoblasten um. Die verschiedene Größe der Hämatoblasten hat ihren Grund erstens darin, dass der Hämatoblast in seiner Entwicklung zum normalen rothen Blutkörperchen sich abflacht und an Größe gewinnt, zweitens darin, dass bei forcirter Blutbildung auch kleinere farblose Zellen sich in Hämatoblasten umwandeln.

Bei Amphibien, namentlich bei Triton, und in geringerem Maße bei Fischen ist die Bildung der rothen Blutkörperchen nicht so regelmäßig, als bei Vögeln, man findet daher meist auch bei normaler Blutbildung Hämatoblasten von verschiedenster Größe, d. h. die Umwandlung auch kleiner farbloser Blutzellen in Hämatoblasten.

Im Blut des Triton (im Frühling), namentlich in der Milz, fallen Zellen auf von amyloidem Glanze, welche klumpig sind und geringe Hämoglobinfärbung besitzen, aber ohne Essigsäurezusatz keine Kerne erkennen lassen. Nach Applikation der Essigsäure zeigen sie einen verhältnismäßig kleinen Kern in einem großen hyalinen Zellenleibe, so dass man annehmen muss, dass der Amyloidglanz der Zelle nicht nur vom Kerne, sondern von einer in Essigsäure verschwindenden im Zellenleibe befindlichen Masse herrührt.

Das Blut des Aales zeigt dadurch eine Verschiedenheit von dem Blute der Vögel und Amphibien, dass es sehr zahlreiche kleine Hämatoblasten enthält, welche von einem ihnen sehr ähnlichen, kleinen, farblosen Elemente mit hyalinem Zellenleib und peripherischem Kerne herstammen.

Ich wende mich nun zu der Frage, wo geht die Blutbildung vor sich. Man wird zunächst annehmen müssen, dass man dort die Blutbildungsstätte zu suchen hat, wo man die meisten und namentlich die jüngsten Übergangsformen von farblosen zu gefärbten Zellen findet. Diese Stellen sind bei der Taube das Knochenmark, die Milz, das Pfortadersystem, und auch das Mark der jungen Federkiele. Beim Frosch Knochenmark und Milz, indess ist der Unterschied zwischen dem Blut dieser beiden Organe und dem Blut anderer Körpertheile geringer. Beim Triton die Milz und die Lymphsinus in der Nähe der Blase. Beim Aale die Milz und die Lymphsinus der Niere, bei den letzteren beiden Thieren ist der Unterschied gegenüber dem Blut aus den Gefäßen noch geringer. Ob bei letzteren beiden Thieren auch das Knochenmark aufzuzählen ist, ist unentschieden, aber wahrscheinlich.

Hier müssen wir zunächst feststellen, wo wird das Blut in diesen Organen gebildet, in den Gefäßen oder in dem Parenchym dieser Organe? Zunächst muss man daran denken, dass die Blutbildungsstätte mit den Gefäßen im Zusammenhang stehen muss, damit die neugebildeten Zellen in die Gefäße gelangen können. Die Verschiedenartigkeit der Organe, in denen man die Hämatoblasten in größerer Zahl findet, weist ferner schon darauf hin, dass das Gemeinsame, was sie besitzen, nämlich die Gefäße selbst, jedenfalls Ort der Blutbildung ist. Namentlich aber der Umstand, dass man bei Thieren, deren Knochenmark seiner sehr geringen Menge wegen nur wenig in Betracht kommt, deren Milz man aber entfernt hat, zum Beispiel bei einem entmilzten Aale, die Hämatoblasten in den Gefäßen überall sehr reichlich findet, also die Blutbildung in die Gefäße selbst verlegen muss, gestattet noch mehr die Annahme, dass die farblosen Blutkörperchen sich in den Gefäßen selbst umwandeln. Wenn man von der Blutbildung der Organe, d. h. von der Bildung der rothen Blutkörperchen spricht, so wird man also, wenigstens für normale Verhältnisse, darunter eine Blutbildung in den Gefäßen dieser Organe verstehen müssen.

In erster Linie stehen natürlich die von sämmtlichen Forschern als Blut-bildende Organe in Anspruch genommenen Körpertheile, Knochenmark und Milz.

Bei der Beurtheilung der Wichtigkeit dieser Organe kommt uns zu Statten, dass ein Organ, das Knochenmark, bei verschiedenen dieser Thiere sehr wenig in Frage kommt, weil es nur in sehr geringer Menge vorhanden ist.

Bleiben wir zunächst beim Knochenmark, so müssen wir zunächst berücksichtigen, dass dasselbe namentlich bei Tauben stets viel Hämatoblasten enthält und sich nach großen Blutentziehungen stärker röthet. Es zeigt also bei stärkerer Blutbildung Veränderungen, indem das Fett zum Theil schwindet und durch lymphoides Mark ersetzt wird. Man wird also dem Knochenmark zweifellos Betheiligung an der Blutbildung zuerkennen müssen. Andererseits ist festzuhalten, dass man im Blut von Aal und Triton, die nur andeutungsweise Knochenmark besitzen, dieselben Hämatoblasten und noch zahlreicher findet. Bei der Taube kann man im Knochenmarke vielleicht große Zellen mit großem Kern und ziemlich breitem hyalinem Leib zahlreicher finden, als in der Milz und in den Blutgefäßen, indess sind solche Zellen bei der Blindschleiche während des Winterschlafes und beim Triton im Spätsommer sogar im Herzen sehr zahlreich anzutreffen, so dass man eine dem Knochenmarke eigenthümliche Form der Blutbildung schwerlich annehmen kann. Indess erscheint es doch auffällig, dass Aal wie Triton Übergangsformen und dem entsprechende farblose Zellen besitzen, die bei der Taube und auch beim Frosche nicht oder nur sehr selten beobachtet werden. Es sind dieses die oben beschriebenen amyloid glänzenden Zellen, welche namentlich im Frühling in der Milz des Triton vorkommen, und die aus den auffallend kleinen farblosen kernhaltigen Zellen mit hyalinem Zellenleib in dem Blute des Aales hervorgehenden Hämatoblasten. Man wird dem Knochenmarke also in erster Linie eine modificirende Einwirkung auf die Entwicklung der farblosen Blutelemente zuschreiben, gleichzeitig aber festhalten müssen, dass auch ohne Knochenmark farblose Zellen gebildet werden, welche Hämoglobinfärbung annehmend, die rothen Blutkörperchen bilden.

Was die Milz anbetrifft, so ist ihre geringe Größe bei Taube und Frosch, welche beide erheblichere Mengen Knochenmark in den langen Schenkelknochen führen, gegenüber der Größe derselben bei Triton und Aal zunächst nicht zu übersehen, namentlich bei letzterem ist sie im Verhältnis zu den übrigen Organen ziemlich bedeutend. Man könnte also vielleicht annehmen, dass die verhältnismäßig größere Milz rücksichtlich der Blutbildung einen Ersatz für das unzureichende Knochenmark bildete. Dem gegenüber steht aber die Thatsache, dass diese Thiere sämmtlich die Exstirpation der Milz in gleicher Weise gut vertragen, die Milz also für die so wichtige Funktion der Blutbildung nicht unbedingt nöthig erscheint. Ich muss hier erwähnen, dass ich Tauben die Milz nicht habe exstirpiren können, weil ich nicht auf den Gedanken kam, dieselbe, wie Theodor Korn (Centralblatt f. d. medicinischen Wissenschaften 1880 Nr. 41) angiebt, einfach herauszureißen. Diese Mittheilung Korn's erhielt ich erst, nachdem dieser Theil meiner Untersuchungen bereits beendigt war, ich habe daher seine Versuche nicht wiederholt; jedenfalls geht aus diesen Angaben hervor, dass auch Tauben die Milz entbehren können. Die Milzexstirpation ruft bei Frosch, Triton und Aal nach meinen Beobachtungen eine Veränderung der Blutkörperchen zunächst nicht hervor. Beim Aale scheint auf kurze

Zeit jedoch die Anzahl der kleinen aus den kleinen farblosen Zellen mit hyalinem Leibe entstandenen Hämatoblasten zuzunehmen. Es ist hier jedoch zu bemerken, dass beim Aale und beim Triton die Milz wieder wächst. Um diese Regeneration festzustellen, muss man natürlich die Thiere lange Zeit beobachten. Einem Triton wurde am 1. April die Milz exstirpirt. Derselbe ertrug im Mai und Juni mehrere Blutentziehungen durch Amputation von Schwanzstücken und wurde am 16. Oktober getödtet. Bei der Sektion fand sich die Ligatur des Seidenfadens noch vor, und neben derselben ein Organ, das genau der exstirpirten Milz an Größe, Farbe und Gestalt glich; das Zupfpräparat ergab das mikroskopische Bild wie es die Milz zu geben pflegt. Neben wenigen gewöhnlichen rothen, kernhaltigen Blutkörperchen fanden sich zahlreiche Hämatoblasten und farblose Blutkörperchen der verschiedensten Form. Leider wurde auch hier wie bei der einem Aale wieder gewachsenen Milz die Härtung und Einbettung Behufs Anfertigung von Schnitten versäumt. Am 16. August wurde einem ungefähr 0,50 m langen Aale die Milz exstirpirt. (Die Milz des Aales liegt unmittelbar vor den großen Gefäßen an der Vorderfläche der Wirbelsäule, an der Hinterseite des Magens, wo dieser eine Hufeisenform darstellt. Man macht einen Längsschnitt in der Medianlinie des Bauches, welche ungefähr um die Kopfeslänge des Aales hinter den Kiemen beginnt und circa 5 cm lang nach dem After zu geführt wird. Man geht dann, indem man das große in der Medianlinie sich findende Gefäß meidet, zwischen beiden Schenkeln des Magens in die Tiefe und zieht die Milz, die eine ziemliche Länge besitzt, hervor und bindet sie ab. Der Aal muss während der Operation mittels eines Handtuches festgehalten werden. Die Nähte sind sehr sorgfältig anzulegen, da sie leicht ausreißen.)

Ziemlich regelmäßig wurden dem Aale auf die oben angegebene Weise in 14tägigen Zwischenräumen Blutentziehungen gemacht, am 25. April wurde er getödtet. Es ergab sich, dass sich neben der Katgutligatur ein Organ befand von der Farbe und Größe der Milz, die Gestalt war etwas weniger schlank. Das Zupfpräparat ergab das bei der Milz geläufige Bild. An eine Härtung der Milz wurde desshalb nicht gedacht, weil jede Verwechslung mit einem anderen Organe beim Aale ausgeschlossen ist.

Aus diesem Ergebnisse muss man doch schließen, dass die Milz für Aal und Triton nicht unentbehrlich ist, sonst würde sie wahrscheinlich nicht wieder gebildet werden. Sicherere Resultate für die Blutbildung der Milz erhält man indess bei Thieren, denen die Milz nicht exstirpirt ist.

Einer Taube wurden am 13., 15., 16., 17., 18. November 1880 Blutentziehungen an der A. brachialis gemacht. Die Taube wiegt ohne Federn und Kropfinhalt 167 g. Die Milz ist hellroth und wiegt 0,21 g. Eine zweite Taube den 21., 30. Oktober, 3., 4. November. Die Taube wiegt 209 g, die Milz, fast weiß, wiegt 0,17 g. Einer anderen Taube wurden am 25., 29. November, 8., 13., 14., 17., 18. December sehr erhebliche Blutentziehungen gemacht. Das Gewicht der Taube 207 g, der Milz 0,11 g. Die Milz einer gleich alten normalen Taube von 250 g wiegt 0,18 g. Bei mehreren anderen Tauben erzielte ich durch Blutentziehungen sehr auffallend hellrothe Färbung der Milz. Es ist also keine Frage, dass die Milz der Taube sich nach großen Blutentziehungen verändert. In mehreren Fällen verlor die Milz das Pigment. In den beiden ersten angegebenen Fällen wurde sie hypertrophisch, im letzteren Falle erheblich atrophisch. Beide Zustände können, wie bekannt, Folge von übermäßigen Funktionsleistungen sein. Man wird demgemäß nicht umhin können, an der Betheiligung der Milz bei der Blutbildung festzuhalten.

Dieser Befund steht im Einklange mit der Vermuthung **Rindfleisch**'s, welcher der Milz große Bedeutung für die Blutbildung der Vögel zuweist. Dagegen erklären **Bizzozzero** und G. e A. **Torre** (Archivio per le Scienze med. Vol. IV. Nr. 18), dass die Milz bei Vögeln eine Blutbildungsstätte nicht sei, sondern nur das Knochenmark, auch **Theodor Korn** (siehe oben) schließt daraus, dass die entmilzten Tauben die Blutentziehungen eben so gut ertragen, als die nicht entmilzten, und dass die Milz der Tauben nach großen Blutentziehungen atrophire, auf eine Nichtbetheiligung der Milz bei der Blutbildung. Er hat auch niemals dort Übergangsformen gefunden. Ich weise dem gegenüber auf obige Mittheilungen meiner Beobachtungen hin, aus denen ich einen entgegengesetzten Schluss zu ziehen mich berechtigt halte.

Es ist nun oben schon gesagt, dass die Hämatoblasten in größerer Zahl, als in den großen Blutgefäßen, auch in anderen Körpertheilen gefunden würden. Bei der Taube haben wir die Gefäße der großen Bauchspeicheldrüse und die Federkiele, bei Aalen und Tritonen namentlich die Lymphsinus der Nieren zu erwähnen. Wir wollen uns daher zuerst die Frage vorlegen, was haben diese sämmtlichen Organe Gemeinschaftliches? Ich glaube, darauf weisen namentlich die Lymphsinus der beiden letzten Thierklassen hin, nämlich auf den Reichthum dieser sämmtlichen Organe an farblosen Blutzellen. Aber dies ist nicht das Einzige, was diesen verschiedenen Organen in gleicher Weise zukommt, wir können noch ein zweites Moment, wenigstens für einzelne dieser Organe, in Anrechnung bringen, das ist die Verlangsamung des

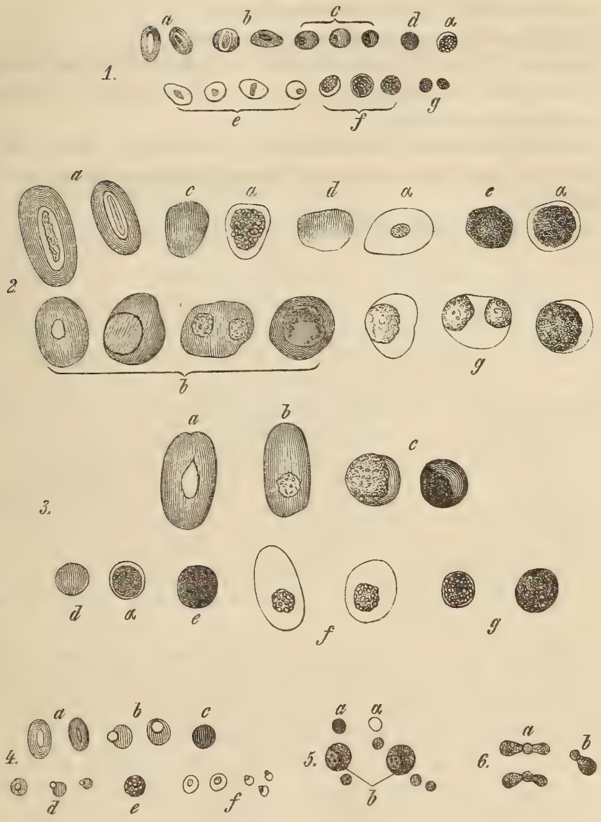
Blutstromes. Das Mark der Röhrenknochen wird meist von wenigen Gefäßen versorgt, die zum Theil sich rechtwinklig umbiegen und ein für ihre Größe ungeheures Kapillargebiet versorgen; es ist daher nicht zu verwundern, dass eine vollständige Injektion der Gefäße für nahezu unmöglich gilt, und man kann ziemlich sicher annehmen, dass im Knochenmark eine Blutstromverlangsamung stattfindet. Für die Milz und die Bauchspeicheldrüse ist die Verlangsamung des Blutstromes durch ihre Zugehörigkeit zum Pfortadersystem gegeben. Für die Lymphsinus an der Niere des Aales und des Triton sind gleiche Verhältnisse in dem besonderen Pfortadersystem der Niere vorhanden, und für die Federkiele sind wahrscheinlich ähnliche Verhältnisse wie beim Knochenmark für eine Stromverlangsamung maßgebend. Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch einen Befund zur Geltung bringen. Ich habe bemerkt, dass, wenn man einem Triton oder einem Aale ein Stück Schwanz abschneidet und das aus dem Körper tropfende Blut untersucht, man in demselben bedeutend weniger weiße Blutkörperchen und Hämatoblasten findet, als wenn man das aus dem amputirten Schwanzstücke herausgedrückte Blut prüft. Ich glaube auch in diesem Falle den letzterwähnten Umstand der Stromverlangsamung hervorheben zu müssen. Das herausgedrückte Blut stammt zum allergrößten Theile aus Kapillaren und Venen, während das aus dem Körper tropfende Blut arteriell ist, eine Blutverlangsamung wird außerdem wahrscheinlich durch die Länge des Schwanzes und die Entfernung vom Herzen, namentlich durch die Länge der Venen begünstigt.

Ich komme daher zu dem Endergebnis, dass bei Thieren mit kernhaltigen rothen Blutkörperchen die Bildung der rothen Blutkörperchen im Blute aus farblosen Zellen vor sich geht. Man findet zahlreiche Übergangsformen, sogenannte Hämatoblasten, welche in Organen entstehen, in denen eine Blutverlangsamung stattfindet und Leukocyten zahlreich vorkommen.

Zum Schluss möchte ich noch erwähnen, dass ich die von Hayem beschriebenen Hämatoblasten für jüngere Formen der farblosen Blutkörperchen halte, die, wie aus meinen Untersuchungen hervorgeht, sich in Hämatoblasten umwandeln können und dann natürlich gefärbt erscheinen.

Göttingen, im August 1882.

Holzschnitt. Figur 1—6.



Erklärung der Figuren.

Die Vergrößerung beträgt circa 450.

Fig. 1. Blutkörperchen der Taube.

a, normale rothe, *b*, der normalen Form sich nähernde Hämatoblasten; *c*, Hämatoblasten mit peripherem Kern; *d*, Hämatoblast ohne sichtbaren Kern; *α*, auf Zusatz von Essigsäure; *e*, farblose Zellen mit hyalinem Zellenleibe; *f*, granulirte farblose Zellen zum Theil ohne sichtbaren Kern und hyalinen Zellenleib; *g*, kernähnliche Körper.

Fig. 2. Blutkörperchen vom Triton.

a, normale Blutkörperchen; *b*, Hämatoblasten; *c* und *d*, Hämatoblasten ohne sichtbaren Kern; *c α* und *d α*, dieselben auf Zusatz von Essigsäure; *e*, gefärbte, granulirte Zelle; *e α*, dieselbe auf Zusatz von Essigsäure; *g*, farblose Zellen mit hyalinem Leib.

Fig. 3. Blutkörperchen von Bombinator igneus.

a, normales Blutkörperchen; *b*, Blutkörperchen mit kugeligem Kern; *c* und *d*, Hämatoblasten; *d α*, auf Zusatz von Essigsäure; *e*, granulirte, gefärbte Zelle; *f* und *g*, farblose Zellen.

Fig. 4. Blutkörperchen von einem entmilzten Aale.

a, normale; *b* und *c*, Hämatoblasten; *d*, auffallend kleine, schwach gefärbte Hämatoblasten; *e*, granulirte, farblose Zelle; *f*, farblose Zellen mit hyalinem Leibe.

Fig. 5. In Zerfall begriffene Hämatoblasten des Frosches. (Die feinen Verbindungsfäden zwischen den Hämatoblasten und ihren Zerfallsprodukten sind im Holzschnitt fortgefallen.)

Fig. 6. In Theilung begriffene Blutkörperchen des Aales.

Offener Brief an meine Opponenten in Sachen „Fischgehirn“.

Von **Gustav Fritsch.**

Verschiedene neue Publikationen über den Bau des Fischgehirns, welche eine Antwort meinerseits zu erheischen schienen, veranlassten mich nochmals eine Entgegnung zu schreiben, obgleich ich zur Zeit mit anderweitigen litterarischen Arbeiten überhäuft bin. Ich entschloss mich indessen die bereits geschriebene zurückzuhalten, da ein Nutzen derselben für das Allgemeine gegenüber der augenblicklich herrschenden Meinung mindestens zweifelhaft erscheinen musste, und mancher mehr oder weniger schwerwiegende Vorwurf, den ich gegen meine Opponenten zu erheben hatte, nur unliebsame Weiterungen im Gefolge haben konnte.

Für den, der sich ein selbständiges Urtheil bilden will, sind in meiner ursprünglichen Veröffentlichung: Über den feineren Bau des Fischgehirns (Berlin 1878), so wie in dem Vortrag: Zur Anatomie des Fischgehirns (Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft 1880 Nr. 9), und in meiner Abhandlung: Das Gehirn und Rückenmark des Gymnotus electricus (Dr. Carl Sachs Untersuchungen am Zitteraal von Emil du Bois-Reymond 1881) die nöthigen Daten hinreichend ausführlich aus einander gesetzt.

Indem ich das darin Gesagte ausdrücklich aufrecht erhalte, konstatire ich hier nur, dass trotz der vielen neuen, werthvollen Arbeiten über diesen Gegenstand keine befriedigendere Lösung der Schwierigkeit, die bereits erkannte Organisation des Knochenfischgehirns in seinen mittleren Abschnitten mit der Deutung der Theile in Einklang zu bringen, als ich sie anstrebte, gefunden worden ist. Ich behaupte, dass speciell Herr Dr. Mayser[1], dessen inhaltreiche Arbeit in großen Gebieten als eine Bestätigung meiner eigenen gelten muss, den angetretenen Beweis, »ich sei weder durch embryologische noch vergleichend anatomische Betrachtungen zu meiner Deutung genöthig worden«, schuldig geblieben ist. Abgesehen von der unbegreiflicherweise von ihm nicht erkannten Dachkommissur des Tectum ist die Darstellung von Bau und Organisation des Tectum opticum, wie sie Herr Mayser wesentlich in Übereinstimmung mit meiner eigenen giebt, mit einem vorderen Vierhügelganglion unvereinbar.

Da er in seiner Einleitung meine Auffassung der Theile nicht korrekt wiedergiebt, so wiederhole ich in aller Kürze, dass die Grundanschauung meiner Deutung in der Betrachtung des »Lobus opticus« als eines kombinirten Abschnittes beruht, und ich speciell das Tectum opticum zum Zwischenhirn ziehe, den hinteren Theil des Lobus opticus aber als Mittelhirn auffasse (wie jetzt fast alle Autoren).

---

[1] Vergleichend anatomische Studien über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung der Cyprinoiden. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. p. 264.

Um nicht oft Gesagtes nochmals zu wiederholen, gehe ich nicht in weitere Einzelheiten, zumal in mir die Überzeugung immer klarer durchbricht, es werde sich auch ohne mein Zuthun ein Umschwung der Meinungen vollziehen.

Darin wurde ich besonders bestärkt durch eine mir unlängst durch die Güte des Verfassers zugesandte Publikation von Herrn Ahlborn[1], welcher unter anderen wichtigen Daten bei Petromyzon die Verbindung der Epiphysenhöhle mit der Höhle des dritten Ventrikels, seiner Zeit schon von J. Müller behauptet, neuerdings konstatirt. Für die Autoren, welche hinsichtlich der Deutung der Gehirnabschnitte bei der alleinseligmachenden Zirbel schwören, sollte diese Thatsache zu denken geben; aber auch ohne die undankbare Bekehrung dieser Herren werden sich zweifelsohne bald oder später unabhängige Autoren finden, welche eine bessere Kritik üben.

Anstatt also aufs Neue unfruchtbaren Streit zu erregen, will ich nur betonen, dass durch die Arbeiten von Herrn Victor Rohon, Ehlers, Bellonci[2], Mayser und mir selbst trotz mancher Abweichungen in den Detailfragen, deren Erledigung durch Discussion nicht zu erhoffen ist, sich in neuerer Zeit unsere Kenntnis des Fischgehirns in erfreulichster Weise entwickelt hat. Ich bin stolz darauf behaupten zu dürfen, dass es mir vergönnt gewesen ist, selbst nicht unerheblich zu dieser Erweiterung der Erkenntnis beizutragen; dass dies wirklich der Fall gewesen ist, lässt sich aus den Werken der eben genannten Autoren ohne Schwierigkeit ersehen.

Ein solcher Fortschritt ist zweifelsohne werthvoller als alle Deutungen, und ich kann diejenigen nur bedauern, welche mit Erbitterung eine harmlose Deutung verfolgen, anstatt ihre Zeit lieber auf die bessere Begründung der behaupteten Thatsachen zu verwenden. Ich gestehe offen, dass ich mir nützlichere Beschäftigung weiß, als ihnen darin zu Willen zu sein, um die Zeit mit fruchtlosen Debatten zu vergeuden. Bin ich auch augenblicklich mit meiner Deutung in der Minderheit, so unterstützen mich in meiner Überzeugung die Manen eines Johannes Müller, Leuret, Gratiolet und Stannius, welche durchaus verwandte Anschauungen vertraten, und die Zukunft wird lehren, welche Meinung schließlich den Sieg behalten soll.

Exoriare aliquis nostris ex ossibus ultor!

Berlin, September 1882.

---

[1] Zur Neurologie der Petromyzonten. Göttinger Nachrichten 1882 Nr. 20.

[2] Herrn Bellonci möchte ich auf seine letzte Antwort gegen mich (Zoologischer Anzeiger 1882 Nr. 120) nur bemerken, dass die von ihm beklagte »incomprensibile confusione« mir überhaupt nicht vorhanden zu sein scheint, wenigstens nicht auf meiner Seite; er hat wohl nur eine Bemerkung von mir missverstanden. Mein Vorwurf war, dass er grobe Bündel von Opticusfasern (die nach dem tieferen Zwischenhirn vordringenden) übersehen hat, nicht dass er sie in irriger Weise behandelt hat. Dieser Vorwurf wird durch seine neuesten Ausführungen nicht beseitigt.

Beiträge zur Kenntnis der Infusorien.

Von

Géza Entz,
Professor an der Universität Klausenburg.

Mit Tafel VIII.

1) Actinobolus radians Stein (Fig. 1—7).

In der zweiten Abtheilung seiner großen Monographie führt Stein, bei der Aufzählung der Familien und Gattungen seines Infusoriensystems, in der Familie der Enchelinen, das neue Genus Actinobolus an und theilt über dasselbe in einer kurzen Notiz Folgendes mit: »Diese neue Gattung beruht auf einem merkwürdigen Thiere, welches ich seit mehreren Jahren bei Niemegk ziemlich häufig in stehenden Gewässern zwischen der vielwurzeligen Wasserlinse beobachtete und welches ich Actinobolus radians nennen will. Der Körper ist fast kugelig oder umgekehrt eiförmig, am vorderen Pole mit einem kurzen zitzenförmigen Fortsatz versehen, in dem die enge Mundöffnung liegt, und ringsum mit gleichförmigen Wimpern besetzt. Zwischen den Wimpern stehen zahlreiche fadenförmige Tentakeln zerstreut, die sich, wie die Tentakeln der Acinetinen, beträchtlich verlängern und auch spurlos in den Körper zurückziehen können. Der After und ein großer kontraktiler Behälter liegen am hinteren Körperpole. Der ziemlich lange strangförmige Nucleus ist unregelmäßig zusammengekrümmt. Die Gegenwart von Mund und After schließen unser Thier entschieden von den Acinetinen aus, denen es auf den ersten Anblick sehr ähnlich scheint[1].«

Da dieses überaus interessante Infusionsthier meines Wissens seither von Niemandem wieder gefunden und näher untersucht wurde und auch keine Abbildungen vorliegen, war es mir überaus willkommen, als ich dasselbe im vorigen Juni in dem kleineren, mit Potamogeten,

---

[1] Der Organismus der Infusionsthiere. II. Abth. Leipzig 1867. p. 169.

Charen und Cladophoren dicht bewachsenen Weiher des hiesigen botanischen Gartens in großer Anzahl antraf und einige Zeit hindurch untersuchen konnte. Merkwürdigerweise habe ich dieses Infusionsthier in dem Decennium, welches ich dem Studium der Protozoen der hiesigen Umgebung widmete, nicht gefunden; kaum dass ich aber die Freude hatte es im genannten Weiher zu entdecken, wurde mir von einem Freunde aus den sumpfigen Wiesentümpeln des Bélaberges bei Deés Wasser zugesandt, in welchem sich der längst gesuchte Actinobolus, zu meiner Überraschung, ebenfalls vorfand. Schon nach einigen Tagen nahm die Zahl der Actinobolen nicht nur in meinen Aquarien ab, sondern auch in dem Weiher wurden sie immer spärlicher und nach kaum zwei Wochen konnte ich kein einziges Exemplar mehr finden; ich vermuthe daher, dass sich die Schwärmzeit der Actinobolen jährlich nur auf kurze Zeit beschränkt und dies dürfte auch die Ursache sein, dass sie so selten angetroffen werden.

Die oben mitgetheilte Beschreibung von Stein ist trotz ihrer Kürze genau und ich kann derselben nur wenig neue Details hinzufügen.

Die Körperform ist meist umgekehrt eiförmig; der vordere Pol stumpfer und breiter, der hintere schmäler und spitzer (Fig. 1, 6). Da sich aber der Actinobolus, wenn auch nicht plötzlich, wie die sogenannten spastischen Infusorien, verkürzen und verlängern kann, ändert die Form ziemlich beträchtlich, und es kommen, neben den eiförmigen auch wurstförmig verlängerte (Fig. 4), kugelige (Fig. 3) und endlich auch solche Exemplare vor, deren Querachse die Mundafterachse an Länge übertrifft (Fig. 2).

Am vorderen Körperpole springt, wie bei den meisten Enchelinen und den Schwärmern sehr vieler Acinetinen, ein kurzer, in seiner Mitte etwas eingesunkener, zitzenförmiger Fortsatz vor, welcher in einen bald kürzeren, bald längeren, trichterförmigen, der Länge nach meist undeutlich und fein gestreiften Schlund führt und einer beträchtlichen Ausdehnung fähig ist. Die Schlundfalten bilden manchmal leistenartige Wülste (Fig. 3), welche den Schlundstäbchen der Prorodonten täuschend ähnlich sehen, aber ganz entschieden keine soliden Stäbchen sind. Ausnahmsweise traf ich auf verzerrte Exemplare, deren Mundpol sich seitwärts verzogen hatte (Fig. 5).

Den mit einer sehr feinen Cuticula bedeckten Körper durchziehen meist ziemlich tiefe, verhältnismäßig weitstehende Längsfurchen (Fig. 1, 6), zwischen welchen die Rindenschicht rippenähnlich vorspringende Streifen bildet. In der Tiefe der Furchen verlaufen die feinen Myophanstreifen. Ebenfalls aus den Furchen entspringen die, an den von mir beobachteten sämmtlichen Actinobolen, durchaus nicht kurzen, im

Gegentheil auffallend langen, sehr feinen Wimperhaare, welche dicht stehende Reihen bilden und am meisten an die langen, wogenden Cilien holotricher Acinetenschwärmer erinnern.

Von der ganzen Körperoberfläche strahlen die für eine Encheline durchaus fremdartigen, langen, schlanken, fadenförmigen Tentakeln nach allen Richtungen aus. Gewöhnlich ist ein ganzer Wald von Tentakeln ausgestreckt, welche die Körperlänge zum Theil ein bis zweimal übertreffen (Fig. 1, 2) und dem Actinobolus, namentlich wenn er frei umherschwimmt, ein ganz eigen- und fremdartiges Aussehen verleihen, so dass man, überrascht von der Fremdartigkeit des Anblickes, Anfangs gar nicht weiß, für was man das umherschwimmende Wesen halten soll. — Die Tentakeln sind in ihrer ganzen Länge von gleicher Dicke und an ihrem distalen Ende selten etwas zugespitzt, meist wie abgestutzt, nie geknöpft; sie bestehen aus einer ganz homogenen, hyalinen Substanz, verlängern und verkürzen sich schnell und lebhaft, krümmen sich hin und wieder bogenförmig, werden oft während des Schwimmens durch die Strömung nach rückwärts gerichtet, an den Körper angedrückt und wie ein Besen nachgeschleppt; meistens strahlen sie aber auch während des Schwimmens steif nach allen Richtungen aus. Bei ihrer Verkürzung sind sie nie schraubig gewunden, wie die Tentakeln vieler Acinetinen; auch lassen sich die Fäden innerhalb des Körpers nicht verfolgen, wie bei den Acinetinen; werden sie ganz eingezogen, so scheinen sie im Plasma spurlos aufzugehen und zu verschwinden. Auch nach Anwendung von Reagentien ließ sich keine Spur von Fortsetzung der Tentakeln innerhalb der Körpersubstanz nachweisen. Manchmal ziehen die Actinobolen ihre sämmtlichen Tentakeln ein (Fig. 4); in diesem Falle sehen sie gewissen Enchelinen, z. B. der Urotricha farcta Clap. und Lachm., frappant ähnlich[1].

Am hinteren Körperpole liegt die Afteröffnung, welche, wie bei den meisten anderen Enchelinen, die einzige, vor dem After gelegene kontraktile Vacuole aufnimmt. Die Letztere gehört zu den sogenannten rosettenförmigen[2], bei welchen beim Beginn der Systole rings um den Rand der Vacuole blasen- oder perlartige Vorsprünge erscheinen, die sich gegen das Ende der Systole in eine Rosette von ungleich großen, rundlichen Vacuolen umwandeln, sich während der Diastole vergrößern, um endlich in die einzige runde Vacuole zusammenzufließen.

---

[1] Ich muss hier bemerken, dass Claparède in der Abbildung der Urotricha farcta (Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. T. II. 1858—1859. Pl. XVIII, Fig. 9) die Körperstreifen nicht genau zeichnet, da sie nicht schief, sondern, wie bei Actinobolus, der Länge nach verlaufen.

[2] Cf. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. I. 1859. p. 88.

Der Kern ist bei den einzelnen Exemplaren von etwas verschiedener Form und nur in seiner höchsten Entwicklung lang, strangförmig. Den Kern, namentlich kleinerer Exemplare, fand ich gewöhnlich nieren- oder hufeisenförmig (Fig. 2), manchmal ei- oder fast kugelförmig. Von dem quer stehenden hufeisenförmigen finden sich bis zu dem mehr oder minder in die Länge gezogenen band- und strangförmigen Kern (Fig. 1, 3—6) alle Übergänge. Entweder ist der Kern in seiner ganzen Länge gleich dick, oder, namentlich bei langer, strangartiger Form, durch seichtere oder tiefere Einschnürungen in ganz ungleiche, seltener in ziemlich gleich große, kugelige, oder eiförmige Segmente getheilt (Fig. 6). Solche perlschnurförmige Kerne erscheinen oft wie ein loser Haufen ganz unverbundener Kugeln. An lebenden Exemplaren ist der Kern schwer zu erkennen, nach Behandlung mit Essigsäure hingegen wird er deutlich sichtbar. Am schönsten ist der Kern zu sehen, wenn man die Actinobolen mit Pikrinschwefelsäure, dann Alkohol behandelt und zuletzt mit Pikrokarmin färbt. Nach dieser Behandlung wird auch die Struktur des Kernes erkennbar. Es besteht der Kern, innerhalb der ihn umhüllenden zarten Kernmembran, aus einer hellen, fein granulirten Substanz, in welcher in gleichen Abständen vertheilte dichtere, von einer hellen Zone umgebene Kügelchen eingebettet liegen (Fig. 3). Eine gleiche Struktur des Kernes kommt bekannterweise bei sehr vielen Infusorien vor und wurde zuerst von Stein bei Vorticella microstoma beobachtet[1] und die angeführten Binnenkörperchen als innere Nucleolen gedeutet. Auch Wrźesniowski und Bütschli beschrieben dieselbe Struktur des Kernes bei verschiedenen Infusorien[2]. Diese mit einem hellen Hofe umgebenen Einschlüsse des Kernes sind dieselben, welche von Balbiani für Keimbläschen, von Claparède und Lachmann so wie auch von Engelmann in seinen früheren Publikationen für sich entwickelnde Embryonalkugeln gehalten wurden; auch Greeff glaubt noch an der Ansicht festhalten zu dürfen, dass sie mit der Fortpflanzung in Beziehung ständen[3]. Heut zu Tage kann man, ohne den Werth dieser Einschlüsse zu kennen, wohl mit Recht behaupten, dass den angeführten Deutungen jeglicher Grund fehlt.

Der Protoplasmaleib des Actinobolus ist farblos oder von einer schwach gelblichen Nuance. Die hyaline, körnchenfreie Rindenschicht, das Ektoplasma, ist verhältnismäßig dünn und geht allmählich in das körnchenführende Entoplasma über. Letzteres enthält gewöhnlich eine bedeutende Anzahl heller Flüssigkeitsräume, theils Nahrungsvacuolen, theils bloß Wasser enthaltende Räume, welche dem Plasma, wie etwa bei Actinosphaerium Eichhornii, ein schaumiges Aussehen verleihen und den Kern und die kontraktile Vacuole verdecken. Zerstreut im Entoplasma liegen gewöhnlich viele, das Licht stark brechende Körnchen, welche sich am hinteren spitzen Pole massenhaft ansammeln und diesem, bei durchfallendem Licht, eine schwärzliche Färbung verleihen. Höchst wahrscheinlich sind diese Körnchen, wie bei anderen Infusorien, Harnkonkremente, welche sich in der Aftergegend ansammeln um durch den After ausgestoßen zu werden. Zuweilen ist das Entoplasma, wie bei vielen Enchelinen, mit gröberen, meist fettglänzenden Körperchen mehr oder minder vollgestopft (Fig. 2, 5), welche, wie die ähnlichen Körperchen der Gregarinen und Infusorien, nach Untersuchungen von Bütschli [1], aus einer amyloiden Substanz bestehen dürften.

---

[1] Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig 1854. p. 258. Taf. IV, Fig. 24.

[2] Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Konjugation der Infusorien. Abhandl. der Senckenberg'schen Naturf. Gesellschaft. X. 1876. p. 277.

[3] Cf. Bütschli, l. c. p. 278.

Die Nahrungsaufnahme des Actinobolus geschieht ausschließlich mit dem Munde und nicht durch Aussaugen mittels der Tentakeln, wie bei den Acinetinen; trotzdem scheint aber den Tentakeln — wie dies sogleich besprochen werden soll —, bei der Nahrungsaufnahme eine Rolle zuzukommen. Als Nahrung werden Bruchstücke, zerweichte, gequollene Fetzen vegetabilischer Herkunft, meist von verschiedenen Algen aufgenommen; nie sah ich die Actinobolen, nach Art anderer Enchelinen, Infusorien verschlingen. Mit den Nahrungsballen, aber auch ohne dieselben, wird viel Wasser verschluckt, welches im Entoplasma, unterhalb des Schlundes, Vacuolen aushöhlt und sich in Tropfen ansammelt, welche von den nachfolgenden rückwärts gedrängt die oben erwähnten wasserhellen Safträume bilden und dem Plasma das schaumige Aussehen verleihen.

Über die Abstammung der zur Nahrung dienenden aufgeweichten vegetabilischen Fetzen war ich lange ganz im Unklaren und kann auch nur vermuthungsweise aussprechen, dass dieselben von den Actinobolen gewissermaßen präparirt werden. Ich beobachtete nämlich, dass sich die Actinobolen mit Vorliebe auf längere Zeit mittels ihrer Tentakeln an Cladophoren und anderen Algen befestigen; oft sah ich auf demselben Cladophorensträuchchen zwei bis drei Actinobolen wie angebunden. Nachdem ich dieses Treiben bemerkt, wendete ich meine Aufmerksamkeit den Cladophoren zu und fand nach genauer Durchmusterung der

---

[1] Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. Müller's Arch. 1870. p. 305.

Sträuchchen, zwischen welchen sich die Actinobolen herumtummelten und sich hin und wieder befestigten, dass an sehr vielen Zellen die ziemlich derbe Zellwand von einzelnen Punkten ausgehend gequollen war; ferner fand ich auch Zellen, deren Inhalt durch die aufgeweichte Stelle der Zellhaut hervorquoll, herausfloss und von den Actinobolen gierig verzehrt wurde. Ich will nicht positiv behaupten, dass die Verletzung der Cladophorenzellen nicht möglicherweise von anderen Ursachen herrührt, kann aber die Vermuthung nicht verschweigen, dass es die Actinobolen sind, welche durch ein Sekret ihrer Tentakeln die Zellhaut der Algen verletzen, das Ausfließen des Zellinhaltes verursachen und sich ihre Nahrung gewissermaßen präpariren; man weiß ja längst, dass die Tentakeln der räuberischen Acinetinen auch ein Sekret liefern, welches die gefangenen Infusorien tödtet und ihr Plasma zersetzt: scheint es nicht wahrscheinlich, dass das Sekret der Tentakeln der algivoren Actinobolen die Fähigkeit besitzt, gleich den Pseudopodien der Vampyrellen, Cellulose zu lösen?

Die Lokomotion des Actinobolus ist ein ziemlich schnelles Schwimmen, doch jagt er bei Weitem nicht so stürmisch-ungestüm durch das Gesichtsfeld, wie die Schwärmer der Acinetinen. Während des Schwimmens rotirt er um seine Längsachse und beschreibt, wenn er auf keine Hindernisse stößt, weite Kreise. Oft bleibt er mitten im Schwimmen auf Augenblicke oder auch längere Zeit stehen, um sich, wie die Schwärmer der Acinetinen mit seinem zitzenförmigen Mundaufsatz an irgend einen Gegenstand festzusaugen (Fig. 2). Auf diese Weise fixirt kann der Actinobolus, mit seinen weit ausstrahlenden Tentakeln, flüchtig betrachtet, leicht für eine kurzstielige Acinete gehalten, oder gar mit einer Actinophrys verwechselt werden. Eine andere Art der Fixirung, die mit den Tentakeln, ist bereits oben erwähnt worden.

Da der Actinobolus einer wahren Mischform von Enchelinen und Acinetinen entspricht, war es höchst wichtig zu erfahren, ob seine Fortpflanzung mit der der Acinetinen, durch innere Knospensprösslinge, oder der der Enchelinen, durch Theilung, übereinstimmt. Einige Tage der Beobachtung verstrichen, ohne dass ich irgend Etwas, was auf die Spur der Fortpflanzung führen mochte, entdecken konnte. Endlich stieß ich zwischen den Cladophoren auf zartwandige Cysten, in welchen holotriche Infusorien meist in zwei, seltener in vier Individuen getheilt rotirten (Fig. 7). Weitere Untersuchungen ergaben, dass die Cysten den Actinobolen angehören, in welchen sie sich, nach der Art sehr vieler Enchelinen, durch Theilung vermehren. Die sich encystirenden Actinobolen ziehen ihre Tentakeln ein, ihr Plasma verliert das schaumige Gefüge, und während nun das Infusionsthier auf einige Zeit die Cilien verliert, verkürzt sich der Kern, wie bei anderen Infusorien mit gleichem Kerne, wird rund oder eiförmig, worauf dann die Theilung in zwei bis vier Stücke erfolgt. Die nach der Sprengung der zartwandigen Cyste ausschwärmenden Theilungssprösslinge senden, frei geworden, ihre Tentakeln aus und werden, nachdem ihr Kern strangförmig ausgewachsen und das Plasma sein charakteristisches, schaumiges Gefüge angenommen, den umherschwärmenden Exemplaren gleich. Die Art der Fortpflanzung stimmt mithin mit der der Enchelinen überein und hat mit der Fortpflanzung durch endogene Schwärmsprösslinge der Acinetinen nichts gemein; doch sei hier erwähnt, dass eine Fortpflanzung durch einfache Theilung von Claparède und Lachmann[1], Carter[2] und Cienkowski[3] auch bei gewissen Acinetinen beobachtet wurde.

Nach dem Mitgetheilten unterliegt es einerseits keinem Zweifel, dass der Actinobolus — wie es Stein richtig auffasste —, seine nächsten Verwandten unter den Enchelinen findet: da seine ganze Organisation — abgesehen von den Tentakeln —, ferner auch seine Fortpflanzungsweise mit den Enchelinen übereinstimmt. Andererseits aber können die willkürlich ausstreckbaren und einziehbaren Tentakeln, trotzdem dass sie zum Aussaugen nicht geeignet sind, nur mit den Tentakeln der Acinetinen für homologe Gebilde angesehen und mithin die Verwandtschaft des Actinobolus mit den Acinetinen auch nicht bezweifelt werden. Wenn man nun, gestützt auf die Kenntnis der Organisation des Actinobolus, dessen vermittelnde Stellung zwischen den mundführenden Enchelinen und den mundlosen Acinetinen anerkennt, drängen sich manche wichtige Fragen in den Vordergrund, auf welche sich, bei dem heutigen Stande unseres Wissens, leider nur mehr oder minder wahrscheinliche Vermuthungen, aber durchaus keine positiven Antworten geben lassen. Von diesen Fragen will ich hier nur die folgende berühren: Auf welche Weise, nach welcher Richtung hin — möchte ich sagen — ist das Verwandtschaftsverhältnis zwischen den Enchelinen und Acinetinen aufzufassen? bilden in der phylogenetischen Reihe die Enchelinen oder die Acinetinen den Ausgangspunkt? — Fasst man den

---

[1] Études. III. p. 134.

[2] Annals and Magazin of nat hist. III. Vol. VIII. p. 288 und Vol. XV. p. 287. Cf. R. Hertwig, Über Podophrya gemmipara. Morpholog Jahrbuch. Bd. I. 1875. p. 78.

[3] Bullet. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg. Vol. XVI. p. 299. Cf. R. Hertwig, l. c.

Actinobolus als eine Encheline auf, deren Tentakeln neu erworbene Organe sind, welche sich in höher differenzirter Form, als Saugfäden, bei den Acinetinen vorfinden, und ließe es sich beweisen, dass mit der Umwandlung der Tentakeln zu Saugfäden der Mund und After sich rückbildete und die Bewimperung auf längere Zeit verschwand: so wäre wohl als bewiesen zu betrachten, dass die Enchelinen die ältere Form repräsentiren, aus welcher sich erst später die Acinetinen entwickelten und der Actinobolus als eine überlebende Form jener Enchelinen zu betrachten, welche durch Erwerbung von Tentakeln von den phylogenetisch älteren Enchelinen zu den jüngeren Acinetinen hinüberführen. Der nicht funktionirende Mund und Schlund vieler Acinetenschwärmer, auf welche namentlich R. Hertwig die Aufmerksamkeit lenkte[1], wären in diesem Falle von den mundführenden Vorfahren, den Enchelinen, ererbte rudimentäre Organe, welche sich im Laufe der individuellen Entwicklung rückbilden, dem Biologen aber unschätzbare Zeugnisse der Abstammung geben. Nun darf aber auch eine andere Möglichkeit nicht außer Acht gelassen werden: jene nämlich, dass der, wenigstens als solcher, nicht funktionirende Mund der Acinetenschwärmer ein Organ ist, welches in seiner höher differenzirten Form — etwa durch Funktionswechsel — zu einem wahren Munde wird, mit welcher Umwandlung dann die Saugfäden ihre Funktion einbüßten und allmählich verschwanden, die nur während des Schwärmens vorhandenen Cilien aber sich auch weiterhin erhielten. Stünde dieser Fall, so wären jedenfalls die Acinetinen als ältere Formen zu betrachten, aus welchen sich erst später die Enchelinen abzweigten; in dem Actinobolus aber hätten wir eine Form, welche mit seinen nicht mehr als Saugfäden funktionirenden Tentakeln von den Acinetinen, als älteren, zu den Enchelinen, als jüngeren, hinüberführt. In Ermangelung entscheidender Thatsachen könnte man eine schwere Last von Argumenten pro et contra anführen, welche auf die Wagschale gelegt, sich gegenseitig das Gleichgewicht halten würden. Die Frage nach dem Verwandtschaftsverhältnisse der Enchelinen und Acinetinen ist zur Zeit eben so unlösbar, wie die Frage nach der Genealogie der Ciliaten überhaupt. Am schlagendsten dürfte dies daraus ersichtlich sein, dass R. Hertwig z. B. so viel als feststehend annimmt, dass als gemeinsame Urform der Ciliaten ein einzelliger Organismus, welcher mit einem kontinuirlichen Wimperkleid versehen war, angesehen werden muss[2], während Bergh die von Stein an die Spitze der Ciliaten gestellten Peritrichen als älteste Formen der

---

[1] l. c. p. 77.

[2] l. c. p. 80.

Ciliaten beansprucht, welche sich durch die Vermittelung des, weiter unten näher zu betrachtenden, Mesodinium von den Cilioflagellaten durch Reduktion des Flagellum und Differenzirung eines Cystostomes und Cystopyge entwickelten[1]. Es ließen sich sowohl, was die Genealogie der Ciliaten überhaupt als auch speciell die des Actinobolus betrifft, gewiss noch so manche Hypothesen aufstellen, um schließlich doch nur zur Überzeugung zu gelangen, — dass die Frucht zum Pflücken noch lange nicht reif ist.

Eines möchte ich aber hier doch noch bemerken. In einer früheren Arbeit[2] habe ich vermuthungsweise ausgesprochen, dass es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, dass die Enchelinen, welche stets in der Gesellschaft, oder nach dem Verschwinden der Acinetinen angetroffen werden und mit gewissen holotrichen Acinetenschwärmern eine bis auf die Einzelnheiten übereinstimmende Organisation besitzen — abgerechnet natürlich, dass bei letzteren der an dem einen, während des Schwärmens nach vorn gerichteten Körperpole befindliche zitzenförmige Fortsatz keine Öffnung trägt, also keinem Munde entspricht —, mit den Acinetinen nicht durch phylogenetische Verwandtschaftsbande, sondern noch viel enger verbunden sind: dass die Enchelinen nur frei gewordene und selbständig fortlebende Acinetenschwärmer sind. Was die sonderbare Mischform zwischen Enchelinen und Acinetinen, den Actinobolus betrifft, konnte ich bezüglich seiner etwaigen direkten Abstammung von einer Acinetine zu keinem positiven Ergebnis gelangen, kann aber doch nicht verschweigen, dass ich den Actinobolus in beiden Lokalitäten in der Gesellschaft der Acineta mystacina antraf und dass die großen durch Claparède und Lachmann beschriebenen[3] Schwärmer dieser Acinete, welche durch Zweitheilung entstehen, mit den Actinobolus die größte Ähnlichkeit zeigen.

2) Mesodinium Acarus Stein (Fig. 8—11).

Unter die von Stein nur ganz kurz beschriebenen Infusorien gehört auch Mesodinium Acarus, welches in der zweiten Abtheilung der großen Monographie mit folgenden Worten angeführt wird: »Die von mir 1862 errichtete Gattung Mesodinium (vgl. Amtl. Bericht der 39. Versammlung deutcher Naturforscher und Ärzte in Karlsbad p. 162) beruht auf einer sehr kleinen, in sumpfigen Gewässern bei Prag und

---

[1] Der Organismus der Cilioflagellaten. Eine phylogenetische Studie. Morphol. Jahrb. Bd. VII. 1881. p. 272, 286.

[2] Über einige Infusorien des Salzteiches zu Szamosfalva. Természetrajzi Füzetek. III. Budapest. 1879. p. 70.

[3] Études. T. III. p. 134. Pl. I, Fig. 3.

Niemegk von mir nicht selten beobachteten Infusorienform, deren nackter, drehrunder, vorn und hinten abgerundeter Körper durch eine etwas vor der Mitte gelegene ringförmige Einschnürung in ein schmäleres kopfartiges und ein breiteres hinterleibsartiges Segment getheilt ist. Aus der ringförmigen Einschnürung entspringen sehr lange griffelförmige Wimpern, mittels deren das Thier eben so geschickt spinnenartig kriechen, wie auch sich weithin fortschnellen kann. Der sehr erweiterungsfähige Mund liegt am vorderen Körperpol, der After und der kontraktile Behälter am hinteren. Die einzige Art nannte ich Mesodinium acarus[1].« Mesodinium soll mit den Gattungen Didinium und Urocentrum eine besondere Familie der Peritrichen, die der Cyclodineen, bilden.

Die nähere Kenntnis dieses Infusionsthieres, welches ich in stehenden, sumpfigen Gewässern um Klausenburg hin und wieder, doch niemals in größerer Menge antraf, dürfte schon wegen seiner auch nach STEIN's Beschreibung zweifelhaft erscheinenden systematischen, nach BERGH's Ansicht (vgl. oben), zwischen den Cilioflagellaten und Peritrichen vermittelnden Stellung, so wie wegen seiner unstreitig sehr nahen Verwandtschaft mit Didinium nasutum, welches nach BALBIANI's Untersuchungen einen wahren Darmkanal haben soll[2], erwünscht sein.

Die Körperform des Mesodinium Acarus ist die bekannte der peritrichen Acinetenschwärmer, oder der von ihren Stielen losgelösten, mittels des hinteren Wimperkranzes umherschwimmenden Vorticellinen, die sogenannte Kerobalanenform[3]. Durch eine seichte ringförmige Einschnürung ist der Körper in zwei ungleiche Segmente getheilt, deren hinteres größeres bauchig gedunsen ist und etwa drei Viertel einer Kugel darstellt (Fig. 8, 9, 11); das vordere, kleinere Segment hingegen, welches gewissermaßen nur einem Aufsatze des kugeligen Leibes entspricht, besitzt die Form eines Kegels, welcher sich oft zu einem zitzenförmig vorspringenden Pol, einem zweiten, kleineren Kegel zuspitzt (Fig. 8). Die von BERGH nach STEIN's Beschreibung konstruirte Figur[4], welche beide Leibessegmente abgerundet darstellt, giebt durchaus kein charakteristisches Bild unseres Infusionsthieres.

---

[1] Der Organismus. Bd. II. p. 148.

[2] Observations sur le Didinium nasutum Stein (Vorticella nasuta O. F. Müller). Arch. de Zoologie expérimentale. T. II. Nr. 3. 1873. p. 363.

[3] Bekanntlich hat BORY DE SAINT-VINCENT die mit ihrem provisorischen Wimperkranz frei umherschweifenden Vorticellinen für selbständige Infusorien gehalten, für welche er das Genus Kerobalana gründete. Cf. Dictionnaire classique d'histoire naturelle. T. IX. 1826. p. 119.

[4] Der Organismus der Cilioflagellaten. Morphol. Jahrb. Bd. VII. 1881. p. 284.

Die seichte Einschnürung, welche die beiden Leibessegmente trennt, trägt einen geschlossenen Kranz von langen griffelförmigen Wimpern, welche an Stärke etwa den adoralen Wimpern der Halteria grandinella gleichkommen und gleich diesen, oder den Griffeln der Oxytrichinen und Euplotinen, die Neigung haben, sich von ihrer Spitze aus in feine Härchen aufzulösen, sich pinselartig zu zerfasern. Die Stärke und Länge dieser Wimpern ist übrigens bei den einzelnen Exemplaren sehr verschieden (Fig. 8—11). Außer diesem Kranze ist der ganze Körper nackt.

Am vorderen zugespitzten Körperpole befindet sich die Mundöffnung, deren Umrandung sich zitzenförmig vorstülpen lässt und in diesem Zustande den oben erwähnten kleineren Kegel bildet. — Balbiani beschreibt bei Didinium nasutum ein verhältnismäßig langes, durchsichtiges, cylindrisches, zungenförmiges (»Organe en form de langue«) — richtiger wohl rüsselförmiges — Organ, welches sich bei der Nahrungsaufnahme aus dem Schlunde weit vorstülpen lässt, die Beute erfasst und festhält[1]. Ich glaube, dass sich dieses Organ, wenn auch weniger entwickelt, auch bei Mesodinium vorfindet, aber durchaus keine vorschießbare innere Zunge ist, sondern nichts Anderes, als die eben erwähnte, zitzenförmig vorgestülpte Mundumrandung, der Lippenwulst, welcher bei Didinium einer sehr bedeutenden Verlängerung fähig ist. Ist diese Auffassung richtig, so hat dieses für die Infusorien so fremdartige Organ seine ganze Räthselhaftigkeit verloren. — Der Mund führt in den äußerst erweiterungsfähigen Schlund, welcher wie die gleich gebauten, dünnhäutigen Schlünde anderer Infusorien, namentlich der Enchelinen, feine Längsfalten trägt; nie beobachtete ich, dass diese Falten, wie bei Didinium, zu soliden Stäbchen erhärten. Bei den einzelnen Exemplaren fand ich den Schlund von sehr verschiedener Länge: bald reichte er bloß bis zur Mitte des vorderen Körpersegmentes, bald endete er erst in der Gegend des Wimperkranzes, was sich vielleicht auf die Kontraktilität des Schlundes zurückführen lässt. Die Afteröffnung findet sich am hinteren Körperende und nimmt auch die rosettenförmige kontraktile Vacuole auf.

Balbiani beschreibt bekannterweise und wie schon erwähnt bei Didinium nasutum einen zarthäutigen Darmkanal, welcher Mund und After kontinuirlich verbindet, gewöhnlich ganz kollabirt ist und sich nur beim Eintritt der Nahrung öffnet[2]. Da ich dieses interessante Infusionsthier — welches sich vom Mesodinium im Wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass es außer dem auch bei Mesodinium vorhan-

---

[1] l. c. p. 379.

[2] l. c. p. 377.

denen Wimperkranz in der Mitte des hinteren Körpersegmentes noch einen zweiten trägt —, in der hiesigen Gegend bis jetzt nicht finden konnte: gab ich mir viele Mühe die Ernährungsorgane des Mesodinium genau kennen zu lernen, um mich von dem etwaigen Vorhandensein eines für einen Darmkanal haltbaren Organs zu überzeugen. Ein solches ließ sich aber nicht entdecken: der längere oder kürzere Schlund führt die Nahrungsballen, wie bei allen anderen Infusorien, in den weichen Brei des Entoplasma, in welchem sich keine Spur eines den Schlund mit dem After verbindenden Darmkanals auffinden lässt. — Vollkommen einverstanden mit der Ansicht Bütschli's, dass das Vorhandensein eines Darmkanals, d. h. einer mit zwei Mündungen in die Außenwelt führenden, verdichteten Röhre des Entoplasmas die einfache Zellennatur der Infusorien nicht in Frage stellen würde[1]: muss ich doch gestehen, dass ich die Existenz dieses Darmrohres bei einem einzigen Infusionsthiere, dessen nächster Verwandte dasselbe gewiss nicht besitzt, mit unserer jetzigen Kenntnis der Organisation der Infusorien sehr schwer vereinbar finde, und kann nach so vielen fruchtlosen Bestrebungen mehrerer Forscher einen Verdauungsapparat bei den Infusorien zu konstatiren, das Vorhandensein des Darmkanals von Didinium um so weniger als endgültig bewiesen betrachten, als der einzige Forscher, Wladimir Alenitzin, welcher Didinium nasutum in neuerer Zeit untersuchte, von dem Damkanal nichts zu sagen weiß. Nach Alenitzin[2] geht von der Mundöffnung schief nach innen ein langer, enger, konischer Schlundapparat, welcher aus feinen Stäbchen, deren Konturen sehr undeutlich sind, zusammengesetzt ist. Es muss allerdings hervorgehoben werden, dass Alenitzin keine Ahnung davon hatte, dass seine Wagneria cylindriconica mit dem längst bekannten Didinium nasutum identisch ist; allein dies ist doch kein Grund vorauszusetzen, dass der Darmkanal der Aufmerksamketi des russischen Forschers einfach entgangen sei.

Die Nahrung des Mesodinium besteht aus kleinen Ciliaten und Flagellaten, welche es, nach Art der Enchelinen, mit dem zitzenförmig vorspringenden Munde erfasst und durch den sehr erweiterungsfähigen Schlund in das Entoplasma drängt. Oft enthält das Entoplasma einzelne Safträume, Nahrungsvacuolen, sehr gewöhnlich grobe, matt fettglänzende Körner. Das Ektoplasma, welches vom Entoplasma meist ziemlich scharf getrennt scheint und mit einer zarten Cuticula bedeckt ist, enthält keine Myophanstreifen, auch keine Trichocysten oder stäbchenförmige Körperchen.

---

[1] Studien. p. 364.

[2] Wagneria cylindriconica. Ein neues Infusionsthier. Archiv für mikr. Anat. Bd. X. 1874. p. 122.

Der Kern findet sich etwa in der Mitte des hinteren Körpersegmentes und ist kugel- oder eiförmig.

Mesodinium Acarus schwimmt entweder mit mäßiger Schnelligkeit unter fortwährenden Achsendrehungen, oder kriecht, die griffelartigen Wimpern, wie die Oxytrichinen und Euplotinen, gleich Füßen gebrauchend — wie sich Stein ausdrückt —, geschickt spinnenartig; auch kann es sich mittels seiner Wimpern, etwa wie die Halterien, weithin fortschnellen.

Die Fortpflanzung geschieht, wie bei Didinium, durch Quertheilung (Fig. 10, 11). Ich stieß einige Male auf Individuen, welche in Theilung begriffen waren, ohne die näheren Vorgänge des Theilungsprocesses Schritt für Schritt verfolgen zu können und will hier nur so viel bemerken, dass die Theilung mit der Ausbildung eines, das verlängerte hintere Körpersegment einschnürenden zweiten Wimperkranzes und Zweitheilung des Kernes zu beginnen scheint (Fig. 10); auf diesem Stadium der Theilung könnte Mesodinium mit einem Didinium verwechselt werden.

Encystirte Exemplare wurden nicht angetroffen.

Nach dieser Beschreibung soll nun noch die Frage nach der systematischen Stellung des Mesodinium besprochen werden.

Wie oben erwähnt, soll nach Stein Mesodinium mit Didinium und Urocentrum in der Ordnung der Peritrichen eine eigene Familie, die der Cyclodineen, bilden. Zunächst kann es kaum bezweifelt werden, dass die Gattungen Mesodinium und Didinium auf das engste verwandt sind; ist doch Didinium nichts Anderes, als gewissermaßen ein doppeltes Mesodinium. Dasselbe lässt sich aber in Bezug auf Urocentrum Turbo (die einzige Art des Genus Urocentrum) durchaus nicht behaupten. Zwischen der Organisation des Urocentrum und der zwei anderen Repräsentanten der Stein'schen Familie der Cyclodineen zeigen sich so gewaltige Unterschiede, dass sich die Zusammengehörigkeit ganz und gar nicht motiviren lässt. Um diese Behauptung zu rechtfertigen, will ich hier die Charaktere des Mesodinium Acarus und Didinium nasutum denen des Urocentrum Turbo (Fig. 12—14) gegenüberstellen.

Mesodinium Acarus und Didinium nasutum	Urocentrum Turbo[1]
Der in seinem vorderen Theile kontraktile Körper ist spitzkugel- oder tonnenförmig, mit einem zugespitzten kegelförmigen Aufsatz, drehrund. Durch eine seichte ringförmige Einschnürung wird der Körper in ein vorderes, kleineres, zugespitztes und ein hinteres, größeres, abgerundetes Segment getheilt.	Die Gesammtform des ganz starren Körpers erinnert lebhaft an die Peridineen und kann in seinen Umrissen mit einer Violine verglichen werden. Es lässt sich eine Rücken- und eine Bauchseite unterscheiden; erstere ist gewölbt, in der Mittellinie und an den Rändern wulstig verdickt; die Bauchseite flach, oder, namentlich gegen den hinteren Theil, mehr oder minder konkav. Durch eine ziemlich tiefe ringförmige Einschnürung ist der Körper in ein vorderes, größeres und ein hinteres, kleineres Segment getheilt. Das vordere Körpersegment besteht aus einem kurzen, vorn abgerundeten, diademartigen Stirntheil und einem bauchig erweiterten Mittelleib. Der Hinterkörper ist fast halbkugelförmig, oder, in seinen Umrissen, mehr oder minder ausgeprägt abgerundet-fünfeckig. Vom hinteren Körperpol führt auf der Bauchseite eine gerade Rinne zur Ringfurche des Körpers.
Die Bewimperung besteht aus einem Kranz von starken Wimperhaaren in der ringförmigen Einschnürung zwischen Vorder- und Hinterkörper; außer diesem Kranz trägt Didinium noch einen zweiten in der Mitte des Hinterkörpers. Die übrige Körperoberfläche ist nackt.	Die ringförmige Einschnürung zwischen Vorder- und Hinterkörper trägt einen aus dicht stehenden Wimperhaaren gebildeten adoralen Wimperkranz. Außer diesem Wimperkranze ist der Vorderkörper bis zum Stirntheile, der Hinterkörper bis zum hinteren Pole mit dicht stehenden, langen und sehr feinen Wimperhaaren bewachsen. Aus dem hinteren Ende der Bauch- oder Mundrinne entspringt ein langer Schopf von sehr feinen und langen Haaren, welche einen gedrehten, zugespitzten schwanzartigen Griffel bilden, sich aber sehr leicht in einen Busch loser Haare auflösen. Der Bau dieses schwanzartigen Fortsatzes stimmt ganz

---

[1] Ich habe dieser Beschreibung sowohl Stein's (Der Organismus. II. p. 148), als meine eigenen, von Stein in manchen Einzelheiten abweichenden Beobachtungen zu Grunde gelegt.

Mesodinium Acarus und Didinium nasutum	Urocentrum Turbo
	mit dem des Wimperschopfes der Lophomonaden überein.
Das Ektoplasma enthält keine Myophanstreifen und keine Trichocysten.	Das Ektoplasma enthält keine Myophanstreifen, ist aber gewöhnlich mit recht ansehnlichen Trichocysten vollgespickt.
Der Mund befindet sich am vorderen, zitzenförmig vorspringenden, bei Didinium rüsselartig vorschießbarem Körperpol und führt in einen geraden, sehr ausdehnbaren, wimperlosen, der Länge nach gestreiften, bei Didinium mit langen Stäbchen bewaffneten Schlund.	Der Mund befindet sich in der Mittellinie der Bauchseite, am vorderen Ende der Mundrinne, etwas oberhalb der Querfurche und führt mit spiralig gedrehter Umrandung in einen kurzen, nach ein- und aufwärts gebogenen, waldhornförmigen Schlund, dessen inneres Ende, wie bei den Vorticellinen, Paramaecien und Oxytrichinen eine Quaste langer, feiner Wimperhaare trägt; der übrige Theil des kurzen Schlundes ist wimperlos. Wie bei den genannten Infusorien mündet der Schlund in einen spindel-, oder, im gefüllten Zustande, citronenförmigen bis fast kugeligen, hellen Raum, welcher ohne eigene Wandung gleichsam einer in das Plasma gegrabenen Höhle oder Vacuole entspricht (Schlingvacuole) und sich von Zeit zu Zeit kontrahirt, um, wie bei den Paramaecien und Oxytrichinen, das durch den adoralen Wimperkranz hineingestrudelte Wasser und Nahrungsballen unmittelbar in das verdauende Entoplasma zu drängen.
Der After liegt am hinteren Körperpol und nimmt auch die einzige, rosettenförmige kontraktile Vacuole auf.	After und kontraktile Vacuole wie bei Mesodinium und Didinium.
Kern im Hinterkörper, kugel-, nieren-, hufeisen-, bis band- oder strangförmig.	Kern in der Nähe des hinteren Körperpoles, quer gelagert, hufeisenförmig; in seiner Ausbuchtung liegt ein ansehnlicher Nucleolus.

Aus dieser Zusammenstellung dürfte zur Genüge ersichtlich sein, dass die Organisation von Mesodinium und Didinium einerseits, von Urocentrum andererseits in den wesentlichsten Punkten (allgemeine Architektur des Körpers, Bewimperung, Lage des Mundes und Bau des Schlundes) so auffallend abweicht, dass man über die Nichtzusammengehörigkeit der drei Infusorien, respektive des Urocentrum mit Mesodinium und Didinium keinen Augenblick in Zweifel bleiben kann.

Es liegt zu entfernt von meinem Ziele, mich hier mit der schwierigen Frage nach der systematischen Stellung des Urocentrum speciell zu befassen; ich begnüge mich auf die von den Cyclodineen grundverschiedene Organisation des Urocentrum hingewiesen zu haben und will hier nur die Stellung von Mesodinium und Didinium berücksichtigen; wenn ich aber in dem Folgenden mich gezwungen fühle dem hochverdienten Forscher, welcher mit Recht das größte Ansehen genießt und dessen System fast allgemein gefolgt wird, in manchen wesentlichen Punkten zu widersprechen, thue ich es nicht ohne reifliche Überlegung.

Um meinen Standpunkt zu bezeichnen, muss ich vor Allem bemerken, dass ich, ohne die systematische Verwerthbarkeit der Art der Bewimperung zu verkennen, der Ansicht bin, dass ihr allein doch nicht eine so überaus hohe Wichtigkeit zugeschrieben werden darf, um derselben — wie in dem Systeme von STEIN —, alle anderen Charaktere unterzuordnen. Außer der Bewimperung müssen, meiner Ansicht nach, bei einer natürlichen Gruppirung der Infusorien noch manche andere Charaktere berücksichtigt, und zwar vor der Art der Bewimperung berücksichtigt werden. In die Reihe dieser wichtigen Charaktere gehören: die Lage des Mundes — das Fehlen, oder Vorhandensein, im letzteren Falle die Beschaffenheit des Peristomes —, die Beschaffenheit des Schlundes — die Lage des Afters und der kontraktilen Vacuole. Nur mit diesen Charakteren, aber durchaus nicht ohne Rücksicht auf dieselben, kann die Art der Bewimperung in Betracht gezogen werden. Dass durch die einseitige Berücksichtigung des Wimperkleides manche Infusorien — wie die Pflanzen im LINNÉ'schen Sexualsysteme — aus ihrem natürlichen Verwandtschaftsbande weit hinausgerissen werden, muss nicht erst bewiesen werden. Um nur ein Exempel anzuführen, müssten bei konsequenter Durchführung der Principien, auf welche STEIN sein System basirte, die Lionoten, nachdem sie — wie dies von WRŻESNIOWSKI bewiesen wurde[1] —, nur auf ihrer flachen Bauchseite bewimpert sind, von ihren unstreitig nächsten Verwandten, den holotrichen Loxophyllen und Amphilepten getrennt und unter die Hypotrichen eingereiht werden. Dies hat STEIN, da er die Verschiedenheit der Bewimperung innerhalb der Gattung Loxophyllum nicht kannte, allerdings nicht gethan; die Ervilinen und Chlamydodonten aber, welche ihrer Bewimperung nach in demselben Verhältnisse zu den Nassulinen stehen, wie die

---

[1] Beobachtung über Infusorien aus der Umgebung von Warschau. Diese Zeitschrift. Bd. XX. 1870. p. 496.

Lionoten zu den Loxophyllen und Amphilepten, von ihren nächsten Verwandten getrennt und mit den grundverschieden organisirten Oxytrichinen, Euplotinen, Aspidiscinen und Peritrominen in der Ordnung der Hypotrichen vereinigt. — Dass die eben angeführten Charaktere bei einer natürlichen Gruppirung der Infusorien in erster Reihe berücksichtigt werden müssen, wird auch durch den Umstand gestützt, dass die Repräsentanten all jener Familien, deren Zusammengehörigkeit nicht bezweifelt werden kann (z. B. Ophrydinen, Vorticellinen und Urceolarinen — Oxytrichinen, Euplotinen und Aspidiscinen —, Spirostomeen, Stentorinen, Bursarinen, — Enchelinen und Trachelinen), in Bezug auf das Fehlen oder Vorhandensein des Peristomes, die Beschaffenheit des letzteren und des Schlundes, meist auch auf die Lage des Mundes, Afters und der kontraktilen Vacuole übereinstimmen, während die Art der Bewimperung nicht immer dieselbe ist: so trägt, nach **Claparède** und **Lachmann**, die von den übrigen Urceolarinen (Urceolaria, Trichodina) gewiss nicht zu trennende Trichodinopsis paradoxa, außer der adoralen Wimperzone, ein totales Wimperkleid[1]; einige Enchelinen sind, wie oben erwähnt wurde, so wie auch Loxodes Rostrum unter den Trachelinen hypotrich; ferner tragen einige Infusorien aus den eben angeführten Familien an dem Rande ihres Rüssels eine Reihe von borstenartigen Wimpern, welche schon **Dujardin** bekannt war und von ihm als »Mähne« (crinière) bezeichnet wurde[2], — sie sind mithin streng genommen nicht holo-, sondern heterotrich.

Kehren wir nun zurück zur Frage: welche Stelle dem Mesodinium und Didinium im System zukommt? **Stein** reiht sie, wie wiederholt erwähnt wurde, in die Ordnung der Peritrichen. Ist diese Eintheilung naturgemäß, so müssen die beiden Infusorien in den Hauptzügen ihrer Organisation mit den anderen Peritrichen unbedingt übereinstimmen. Welche sind aber die wesentlichen Charaktere der Ordnung der Peritrichen? Auf diese Frage lässt sich, wenn man alle neun Familien, welche nach **Stein** die Ordnung der Peritrichen bilden, berücksichtigt, eine präcise, ohne Klauseln von Ausnahmen belastete Antwort, schwerlich, richtiger gesprochen, gar nicht geben. **Stein** hat nämlich dieser Ordnung all jene Infusorien einverleibt, deren meist drehrunder Körper, außer der adoralen Wimperspirale gewöhnlich nur noch einen geschlossenen Kranz von bleibenden oder nur provisorisch erscheinenden Wimperhaaren trägt; doch kann der letztere, manchmal sogar auch die adorale Wimperspirale gänzlich fehlen und ausnahmsweise die adorale Wimperspirale sich mit einzelnen Wimpergruppen, ja sogar mit einer totalen Bewimperung kombiniren[1]. Begnügt man sich mit dieser überaus elastischen Charakteristik, so wird man zwar Mesodinium und Didinium aber auch manche anderen Infusorien unter die Peritrichen einreihen können; nimmt man aber außer der von STEIN in erster Reihe und fast ausschließlich berücksichtigten — übrigens auch nach STEIN sehr veränderlichen — Bewimperung, wie es nur recht und billig ist, auch andere wichtige Organisationsverhältnisse in Betracht: so wird man — will man überhaupt die Ordnung von heterogenen Elementen befreien —, gewiss nicht umhin können, nicht nur die Cyclodineen, sondern auch mehrere andere Familien aus dem Zwangsverbande zu trennen. Nimmt man die gesammte Organisation der Repräsentanten der einzelnen Familien von STEIN's Peritrichen in Betracht, so wird und muss man zur Überzeugung gelangen, dass in der ganzen Ordnung nur die Familie der Vorticellinen, Ophrydinen und Urceolarinen durch unverkennbare Verwandtschaftsbande verbunden sind, welchen sich höchstens noch die Familie der Spirochoninen und etwa noch Urocentrum anschließt; hingegen sind die Ophryoscolecinen, Gyrocoriden, Cyclodineen, Tintinnodeen und Halterinen von jenen so auffallend verschieden organisirt und mit den echten Peritrichen, d. h. den drei ersten Familien, auch durch keine Übergangsformen verbunden, dass sie unbedingt getrennt werden müssen. Schon V. STERKI hat mit Recht darauf hingewiesen[2], dass die Tintinnodeen — zu welchen ich von den Süßwasserinfusorien, außer Tintinnus fluviatilis und T. semiciliatus, nach meinen eigenen Beobachtungen, auch das von A. GRUBER unter dem Namen Maryna socialis beschriebene interessante Infusionsthier[3] rechne —, näher zu den Heterotrichen, als den Peritrichen stehen, was ich dahin ergänzen möchte, dass sie entschieden zu den Heterotrichen gerechnet werden müssen, da ihre Organisation nur mit diesen, namentlich den Stentorinen, aber durchaus nicht mit den Peritrichen gemeinschaftliche Charaktere aufzuweisen hat. Dasselbe gilt nach meinen Beobachtungen für Gyrocorys oxyura, dem einzigen Repräsentanten der Familie der Gyrocoriden. Die Ophryoscolecinen können wohl auch nur mit den Heterotrichen vereinigt werden. Auch in dem kann ich mich STERKI anschließen, dass Halteria am nächsten mit den Oxytrichinen verwandt und nach einem durchaus anderen Typus gebaut ist, als die echten Peritrichen[4].

---

[1] Études. T. I. p. 132.

[2] Histoire naturelle des Infusoires. 1841. p. 398.

---

[1] Cf. STEIN, Der Organismus. Bd. II. p. 167.

[2] Tintinnus semiciliatus. Eine neue Infusorienart. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. 1879. p. 462.

[3] Neue Infusorien. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII. 1879. p. 451.

[4] Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. Diese Zeitschr. Bd. XXXI. 1878. p. 45.

So blieben nun — wenn man die Spirochoninen und Urocentrum, deren Stellung noch zweifelhaft ist, nicht berücksichtigt —, von den neun Familien der **Stein**'schen Peritrichen nur noch die Ophrydinen, Vorticellinen und Urceolarinen und die durch Ausscheidung des Urocentrum auf zwei nächstverwandte Gattungen, Mesodinium und Didinium, reducirte Familie der Cyclodineen. Mit diesen drei Familien müssen also die Cyclodineen verglichen werden. Diese drei Familien bilden aber, wie gesagt, eine der natürlichsten Gruppen, welche sich ganz präcis charakterisiren lässt. Es gehören hierher äußerst kontraktile, spastische Infusorien, deren drehrunder Körper an seinem vorderen Ende ein mehr oder minder scheiben- oder deckelförmiges, einziehbares Organ, das sogenannte Wirbelorgan trägt, welches zurückgezogen durch die wulstige Umrandung des vorderen Körperendes abgeschlossen werden kann. Das Wirbelorgan ist von Wimpern umsäumt, welche in zwei- oder mehrfachen engen Spiraltouren gewunden verlaufen. Das äußere Ende dieser adoralen Wimperspirale führt zu der zwischen dem Wirbelorgan und der wulstigen Umrandung, also am vorderen abgestutzten Körpertheile, jedoch excentrisch gelegen, schließbaren Mundöffnung, diese aber in den waldhornförmig gebogenen Schlund [1], in welchen sich die adorale Wimperspirale fortsetzt und welcher das hineingestrudelte Wasser und Nahrungsballen durch die Vermittelung eines spindelförmigen, kontraktilen Raumes, der Schlingvacuole [2], in welcher die Wimperspirale mit einer Quaste langer Haare endet und, als Fortsetzung desselben eines erweiterungsfähigen, langen, feinen bogenförmig verlaufenden Kanals in das Entoplasma gelangen lässt. Der After, so wie die kontraktile Vacuole öffnet sich in den oberen, von **Lachmann** zuerst als Vorhof (Vestibulum) [3] unterschiedenen Theil des Schlundes, in der Gegend der sogenannten großen Borste, oder Geißel der Autoren, welche, wie es **Bütschli** gezeigt hat [4] und ich bestätigen kann, eigentlich einer aus dem Vestibulum vorstreckbaren und segelartig ausspannbaren, fein gestreiften undulirenden Membran entspricht. Die Bewimperung besteht, außer der adoralen Wimperspirale, aus einem geschlossenen Kranz von Wimpern, welche bei den Vorticellinen und Ophrydinen im hinteren Drittel oder Viertel des Körpers nur provisorisch, wenn sie ihre Stiele oder Gehäuse verlassend in der Kerobalanenform frei umherschweifen, auftritt, um nach dem Festsetzen wieder zu verschwinden; bei den Urceolarinen hingegen bleibt dieser hintere Wimperkranz; nur bei Trichodinopsis paradoxa ist außerdem noch der ganze Körper bewimpert.

---

[1] Vorhof (Vestibulum) in seinem oberen, Oesophagus in seinem unteren Theil bei **Lachmann** (Über die Organisation der Infusorien, besonders der Vorticellen. **Müller**'s Arch. 1856. p. 347) u. **Claparède** (Études. T. I. p. 80); Vestibulum bei **Bütschli** (Über Dendrocometes paradoxus, nebst einigen Bemerkungen über Spirochona gemmipara und die kontraktilen Vacuolen der Vorticellinen. Diese Zeitschr. Bd. XXVIII. 1877. p. 67).

[2] Der Pharynx **Lachmann**'s (l. c.); der bauchige Trichter R. **Greeff**'s (Untersuchungen über die Naturgeschichte der Vorticellen. Archiv für Naturgeschichte. Bd. XXXVII. 1871. p. 200), den er als ersten Versuch einer Magenbildung betrachtet; der eigentliche Oesophagus bei **Bütschli** (l. c.).

[3] l. c. p. 347. [4] l. c. p. 67.

Wenn wir nun mit diesen Charakteren die der Cyclodineen vergleichen, müssen wir unbedingt zur Überzeugung kommen, dass die letzteren mit den drei Familien der Peritrichen so zu sagen gar nichts gemein haben[1]. Wir finden bei den Cyclodineen weder ein Wirbelorgan mit der adoralen Wimperspirale, noch den komplicirt gebauten Schlingapparat, noch ist die Lage des Afters und der kontraktilen Vacuole dieselbe. Alles ist ganz anders gebaut und hat eine ganz andere Lage. Das einzige, was sie mit den Peritrichen scheinbar gemein haben, ist der bei Mesodinium einfache, bei Didinium doppelte Wimperkranz. Von diesen entspricht aber keine der für die Peritrichen so hochcharakteristischen adoralen Wimperspirale, sondern sie sind, wie der hintere Wimperkranz der Peritrichen, geschlossene Kränze. Da von diesen zwei Wimperkränzen nur der eine, der vordere bei beiden Gattungen vorkommt, so ist es jedenfalls dieser, welcher mit dem Wimperkranze der Peritrichen verglichen werden muss. Es ist nicht zu leugnen, dass die Vorticellinen und Ophrydinen, wenn sie abgelöst von ihren Stielen, oder herausgetreten aus ihren Gehäusen in der Kerobalanenform umherschwärmen, eine frappante Ähnlichkeit mit Mesodinium zeigen; allein eine nähere Analyse zeigt sogleich, dass dieser Ähnlichkeit keine tiefere Übereinstimmung in der Organisation zu Grunde liegt. Der während des Schwärmens nach vorn gerichtete und durch den Wimperkranz vom übrigen Körper abgegrenzte Pol der Vorticellinen- und Ophrydinen-Kerobalane entspricht dem hinteren Ende des Infusorienkörpers, womit es sich nach beendetem Schwärmen fixirt; der nach hinten gerichtete Körpertheil birgt das eingezogene Wirbelorgan, den Schlund, After und kontraktile Vacuole, und entfaltet sich, nach dem Festsetzen, zu dem komplicirt gebauten vorderen Theil des Körpers. Bei den Cyclodineen hingegen ist das vor dem Wimperkranze gelegene Körpersegment der beständige vordere Theil des Körpers, welcher, wie bei den Enchelinen, an seinem vorspringenden Pole den Mund trägt; der hintere Pol hingegen ist der Afterpol. Die Cyclodineen haben mithin mit den Peritrichen, wie gesagt, außer dem Wimperkranze, nichts gemein; da aber die Lage dieses Wimperkranzes zu den einzelnen Organen bei den beiden Gruppen gerade das Entgegengesetzte ist: kann dieser Kranz gewiss nicht, und um so weniger den Ausschlag geben, da er in der Form eines aus mehr oder minder verlängerten Cilien gebildeten Kragens — wie ich dies bei der Beschreibung von Lacrymaria Lagenula des Szamosfalvaer Salzteiches hervorhob[1] —, auch bei einigen Enchelinen, namentlich den Lacrymarien, vorkommt, und zwar, ganz wie bei den Cyclodineen, unterhalb des unbewimperten, köpfchenartigen Aufsatzes, auf dessen Pole sich der Mund öffnet.

---

[1] Dieses wird auch nicht alterirt, in so fern man auch die Spirochoninen und Urocentrum zu den Peritrichen rechnet.

Da wir nun gezwungen sind die Cyclodineen aus dem unnatürlichen Verbande mit den Peritrichen zu trennen, fragt es sich, wo sie sich im Systeme unterbringen lassen? Die Beantwortung dieser Frage stößt auf gar keine Schwierigkeiten, sobald man nur die Art der Bewimperung nicht als Charakter ersten Ranges ansieht, dem alle anderen untergeordnet werden müssen. Lässt man die Art der Bewimperung unberücksichtigt, und zieht die anderen Charaktere der Organisation — die Lage des Mundes, Afters und der kontraktilen Vacuole, so wie die Beschaffenheit des Schlundes, — in Betracht, so kann einzig und allein auf die Familie der Enchelinen reflektirt werden; mit diesen aber stimmen die Cyclodineen — die Bewimperung natürlich ausgenommen —, genau und in allen Einzelnheiten der Organisation vollkommen überein: sie sind nichts als Enchelinen, deren Bewimperung auf einen, respektive zwei Wimperkränze reducirt ist. Schon Alenitzin hat die Verwandtschaft des Didinium nasutum — seiner Wagneria cylindriconica — mit den Trachelinen[2] richtig erkannt und betont[3]; darin kann ich aber dem genannten Forscher nicht beistimmen, dass Didinium einen Übergang zwischen Trachelinen und Vorticellinen bildet, da die Cyclodineen, wie wir gezeigt, mit den Vorticellinen durchaus keine wichtigen Charaktere gemein haben. Auf die fernere Frage, ob man die Cyclodineen den Enchelinen ganz einverleibe, oder neben diesen als eine besondere Familie aufrecht halte, hängt ganz vom speciellen Ermessen des Einzelnen ab und ist im Grunde genommen auch ganz gleichgültig. Sie mögen immerhin als eine eigene Familie gelten; wenn man aber die hypotrichen Loxoden und Lionoten von den holotrichen Dilepten, Trachelinen, Loxophyllen und Amphilepten nicht trennt, wäre es nur konsequent, wenn man die Cyclodineen der Familie der Enchelinen ganz einverleibte.

---

[1] l. c. p. 48.

[2] Alenitzin versteht unter Trachelinen jedenfalls, wie Claparède und Lachmann, die beiden nahe verwandten Familien der Enchelinen und Trachelinen, welche Stein, so wie vor ihm bereits Ehrenberg, trennte.

[3] l. c. p. 122.

Ich will hier nur noch darauf hinweisen, dass wie die holotrichen Enchelinen, bis auf das Vorhandensein eines Mundes und Schlundes, in ihrer Organisation die holotrichen Schwärmer der Acinetinen in Erinnerung bringen, der Actinobolus aber geradezu einer mundführenden Acinetine mit bleibendem Wimperkleide entspricht: eben so sind die mit den holotrichen Enchelinen nächst verwandten Cyclodineen, namentlich Mesodinium, den peritrichen Schwärmern der Acinetinen auf ein Haar gleich organisirt. Man könnte sogar vielleicht mit Recht behaupten, dass Didinium nasutum in seinem ausschnellbaren, eigenthümlichen Rüssel einen Acinetencharakter noch mehr besitzt, und den Rüssel für einen kolossal entwickelten Saugtentakel ansehen. — Mag diese Ansicht richtig sein oder nicht, so viel ist gewiss, dass die Cyclodineen eben so wie Actinobolus auf die nahe Verwandtschaft — vielleicht Zusammengehörigkeit — der Enchelinen und Acinetinen hinweisen.

Eingangs wurde schon erwähnt, dass Bergh dem Mesodinium eine vermittelnde Stellung zwischen den Cilioflagellaten und Peritrichen zuschreibt. Bezüglich dieser Ansicht kann ich mich nach dem Vorgetragenen kurz fassen. Bergh leitet, wie erwähnt, die Ciliaten von den Cilioflagellaten ab und betrachtet die Stein'schen Peritrichen als die ältesten Ciliaten, von welchen sich sämmtliche anderen Ciliaten phylogenetisch entwickelt haben; die Kluft zwischen den Peritrichen und Cilioflagellaten aber soll eben Mesodinium Acarus — welches sich von den Gymnodinien nach Verlust des Flagellum und Differenzirung des Cystostomes und der Cystopyge abzweigte — überbrücken. Die Auffassung Bergh's stützt sich — wie ersichtlich — einerseits auf die Verwandtschaft der Organisation der Cilioflagellaten und Peritrichen — andererseits aber darauf, dass Mesodinium, welches übrigens Bergh aus Autopsie nicht kennt, ein echtes peritriches Infusionsthier ist. Was die erste Stütze der Bergh'schen Auffassung anbelangt, kann ich dem vollkommen beistimmen, dass die Cilioflagellaten und die echten Peritrichen wesentliche Charaktere gemein haben: namentlich ist die für die Peritrichen so hoch charakteristische Wimperspirale auch bei den Cilioflagellaten vorhanden, nur fehlt bei letzteren das einziehbare Wirbelorgan und die Wimperspirale verläuft gewöhnlich in der den Leib in zwei ungleiche Segmente theilenden, spiralig gewundenen Querfurche. Auch kann ich nach Beobachtungen an Gymnodinium Pulvisculus ganz entschieden behaupten, dass dieser Cilioflagellat einen deutlichen Mund und Schlund besitzt, welche Differenzirungen sowohl ihrer Lage, als auch ihrer Beschaffenheit nach, mit den entsprechenden des Urocentrum Turbo vollkommen übereinstimmen[1]. Ob nun dieser Übereinstimmung in einigen Zügen der Organisation der Cilioflagellaten und Peritrichen eine phylogenetische Bedeutung zugeschrieben werden kann, will ich hier nicht näher besprechen; so viel will ich aber doch bemerken, dass, wenn irgend ein Ciliat an die Cilioflagellaten anknüpft, dieser nur Urocentrum Turbo sein kann, welches von einem Forscher, von JAMES CLARK, unter dem Namen Peridinium Cypripedium, in der That schon einmal als Cilioflagellat beschrieben wurde[2]. — Was aber die zweite Stütze von BERGH's Auffassung anbelangt, muss ich dieselbe entschieden als grundlos erklären, da, wie ich gezeigt habe, Mesodinium Acarus weder mit den Peritrichen, noch mit Urocentrum Turbo gemeinsame Charaktere hat und folglich auch nicht an die Cilioflagellaten anknüpfen kann.

Klausenburg (Ungarn), 31. August 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

Fig. 1—7. Actinobolus radians Stein.

Fig. 1. Frei schwimmend, mit ausgestreckten Tentakeln.

Fig. 2. Mit dem Munde angesaugt und ausgestreckten Tentakeln.

Fig. 3. Durch das Deckgläschen etwas flach gedrückt; die Struktur des Kernes und Schlundes deutlich sichtbar; Tentakeln halb zurückgezogen.

Fig. 4. Mit ganz zurückgezogenen Tentakeln.

Fig. 5—6. Mit halb zurückgezogenen Tentakeln; Fig. 5 mit seitwärts stehendem Munde.

Fig. 7. Theilung innerhalb der zartwandigen Cyste.

Fig. 8—11. Mesodinium Acarus Stein.

Fig. 8—9. Einzelne Exemplare mit langen griffelförmigen Wimpern.

Fig. 10. Mit getheiltem Kern und doppeltem Wimperkranz; Beginn der Zweitheilung.

Fig. 11. Weiter fortgeschrittene Zweitheilung.

Fig. 12—14. Urocentrum Turbo Ehrb.

Fig. 12. Von der Rückenseite; die Trichocysten sind nur am Rande des Körpers gezeichnet.

Fig. 13. Von der Bauchseite. *O*, Mund; *Sv*, Schlingvacuole; *Aw*, adorale Wimpern; *Mr*, Mundrinne; *N*, Nucleus; *n*, Nucleolus; *cv*, kontraktile Vacuole; *U*, aufgelöster Schwanz.

Fig. 14. Schlund und Schlingvacuole von der Seite.

Vergrößerung: Fig. 1 und 2, 4 bis 7, HARTNACK'sches Mikroskop, Oc. IV, Obj. 5; Fig. 3, 8 bis 14, Oc. IV, Obj. 8.

---

[1] Auch BERGH erwähnt, dass das Entoplasma von Gymnodinium gracile, G. spirale und Polykrikos auricularia gefressene Organismen enthält, konnte aber einen Mund nicht entdecken (l. c. p. 253).

[2] Proofs of the Animal Nature of the Cilio flagellate Infusoria, as based upon Investigations of the Structure and Physiology of one of the Peridiniae (Peridinium Cypripedium n. sp.). Proced. of the American Academy of Arts and Sciences. February 1865. p. 393—402. Cf. STEIN, Der Organismus. Bd. II. p. 148.

Über den Primordialschädel einiger Säugethiere.

Von

Friedrich Decker
in Würzburg.

Mit Tafel IX.

Einleitung.

Wenn es auch schon lange Zeit bekannt war, dass der Schädel im Laufe seiner embryonalen Entwicklung zuerst ein häutiges, sodann ein knorpeliges Stadium durchläuft und dass aus dem knorpeligen Schädel der knöcherne hervorgeht, so hat doch Jacobson im Jahre 1842 zuerst den »Primordialschädel«, wie er ihn benannte, genauer untersucht, und die gewonnenen Ergebnisse in dänischer Sprache der skandinavischen Naturforscherversammlung vorgelegt.

Bei allen früheren Untersuchungen war das Augenmerk der Beobachter weniger auf die erste Anlage des Schädels und die Vorgänge bei der Umwandlung des einen Stadiums in das andere gerichtet, sondern vielmehr darauf, von welchen Punkten aus und zu welcher Zeit der knorpelige Primordialschädel verknöchert. Der Weg nun, den man einschlagen müsse, um zu einer genaueren Kenntnis der Entwicklungsgesetze des Primordialschädels der Säugethiere und des Menschen zu gelangen, wurde von der vergleichenden Anatomie gezeigt. Durch J. Müller's[1] Untersuchungen, welche sich auf die Knorpelfische erstreckten, wurde es einleuchtend, dass das Studium der Entwicklungsgeschichte des Schädels bei niederen Wirbelthieren von großer Bedeutung sei für die Betrachtung der analogen Vorgänge bei höheren und höchsten Wirbelthieren. Es wurden zuerst Amphibien von diesem Gesichtspunkte aus durch Dugès[2] und Reichert[3] untersucht und es hat Letzterer auch bereits den Säugethierschädel berücksichtigt.

---

[1] Joh. Müller, Anatomie der Myxinoiden.

[2] A. Dugès, Recherches sur l'ostéologie et la myologie des batraciens dans leurs différents âges. Paris 1835.

[3] K. B. Reichert, Vergleichende Entwicklungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien nebst den Bildungsgesetzen des Wirbelthierkopfes. Königsberg 1838.

Mit den Entwicklungsvorgängen des Säugethierschädels beschäftigte sich in eingehenderer Weise **Rathke**[1]. Die Resultate, zu welchen er bei seinen Forschungen gelangte, sind für das Verständnis der Entstehungsgeschichte des Schädels von höchstem Werthe. **Rathke** zeigte vor Allem, wie der Schädel größtentheils aus dem vordersten Abschnitt der Chordascheide seinen Ursprung nehme, und dass ferner die Gesichtsknochen unabhängig von der Umhüllung der Chorda dorsalis entstehen. Auf Grund dieser Entwicklungsweise des Schädels stellte **Rathke** am fertig ausgebildeten Cranium vier, in der Richtung von hinten nach vorn immer unvollständiger sich gestaltende Schädelwirbel auf.

Weitere Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Cranium, und zwar speciell in Betreff der Umwandlung des knorpeligen Schädels in den knöchernen haben **Jacobson**[2] und **Bergmann**[3] geliefert, wobei noch zu erwähnen ist, dass **Jacobson** bei dieser Gelegenheit die aus häutiger Grundlage entstehenden Knochen (Deckknochen) von den durch Umwandlung des Primordialknorpels entstehenden Knochen (primordiale Knochen) unterschied.

Im Anschluss an die beiden letzterwähnten Arbeiten hat nun **Spöndli**[4] in seiner Dissertation die Ergebnisse veröffentlicht, welche er bei der Untersuchung der Primordialschädel einiger Säugethiere, nämlich des Schweines, der Maus, des Schafes, des Rindes, so wie des Menschen unter **Kölliker**'s Leitung gewonnen hat. **Spöndli** beschreibt in erster Linie den Schädel von Schweinsembryonen genauer und macht dann auf die Unterschiede bei den übrigen oben erwähnten Säugethierordnungen aufmerksam, wobei betont wird, dass der knorpelige Primordialschädel beim Menschen eine verhältnismäßig geringe Ausdehnung besitze. **Spöndli** beschreibt sodann die Verknöcherung des Primordialschädels beim Menschen und geht zu einer Betrachtung des Schädels vom Standpunkt der Wirbeltheorie über; hierbei nimmt er, ähnlich wie **Rathke**, vier Schädelwirbel an und stützt sich zur Begründung dessen auf die Entstehung der Wirbel aus der Chordascheide.

---

[1] H. **Rathke**, Vierter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar zu Königsberg nebst einer Abhandlung über die Entwicklung des Schädels der Wirbelthiere. Königsberg 1839.

[2] L. **Jacobson**, J. **Müller**'s Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. Berlin 1844.

[3] C. **Bergmann**, Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skelettsysteme der Wirbelthiere, deren Begrenzung und Plan. Göttingen 1846.

[4] H. **Spöndli**, Über den Primordialschädel der Säugethiere und des Menschen. Zürich 1846.

Sharpey[1] und **Kölliker**[2] traten der von **Jacobson** und **Spöndli** vertretenen Ansicht bei, gestützt durch mikroskopische Untersuchungen und machten weitere Zusätze besonders hinsichtlich des Punktes, dass ein Theil der Schädelknochen bei den Säugethieren nicht aus dem Primordialknorpel entstehe, sondern aus einem häutigen, weichen Blasteme, wie schon **Dugès** 1835 für die nackten Amphibien gezeigt hatte.

Die Existenz von Deck- oder Belegknochen, welche aus häutiger Grundlage entstehen, wurde von **Reichert** und A. **Bidder**[3] geleugnet, von **Kölliker**[4] aber neuerdings behauptet und nachgewiesen; zugleich wird an dieser Stelle die gleichartige Entstehung des Schädels bei allen Wirbelthieren aus primären und sekundären (Deck- oder Beleg-)Knochen von **Kölliker** hervorgehoben. **Kölliker**'s Ansicht schloss sich ferner F. **Betz**[5] an hinsichtlich des Säugethierschädels, eben so H. **Stannius**[6].

Den neuen Angriffen auf die Ansicht über die dualistische Entstehungsweise der Schädelknochen, welche von H. **Meyer**[7] und **Reichert**[8] gemacht wurden, begegnete wiederum **Kölliker**[9], indem er sowohl histologisch als chemisch (in Gemeinschaft mit **Scherer**) nachwies, dass das »häutig-knorpelige« Bildungsmaterial **Reichert**'s für die Deckknochen nichts Anderes als Bindegewebe sei.

Es würde hier zu weit führen, den geschichtlichen Verlauf des Streites über die Entstehung der Schädelknochen zu verfolgen, und es sei nur bemerkt, dass viele Autoren, darunter **Gegenbaur**[10], **Vro**-

---

[1] **Quain**'s Anatomy. 5. Edition. By Mr. **Quain** and Dr. **Sharpey**. Part. II. London 1846.

[2] A. **Kölliker**, Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1847. p. 175.

[3] A. **Bidder**, De cranii conformatione ratione imprimis habita **Jacobsonii** de cranio primordiali ejusque ossificatione sententiae. Dorpat 1847.

[4] A. **Kölliker**, Berichte von der kgl. zootomischen Anstalt zu Würzburg. 2. Bericht f. d. Schuljahr 1847/48. Leipzig 1849.

[5] F. **Betz**, Über den Primordialschädel des Menschen. **Froriep**'s Notizen. December 1848.

[6] H. **Stannius**, **Müller**'s Archiv. 1849. p. 533.

[7] H. **Meyer**, Der Knorpel und seine Verknöcherung. **Müller**'s Archiv. 1849. p. 292.

[8] K. B. **Reichert**, Zur Kontroverse über den Primordialschädel. **Müller**'s Arch. 1849. p. 443.

[9] A. **Kölliker**, Die Theorie des Primordialschädels. Diese Zeitschrift. 1850. II. Bd. p. 281.

[10] C. **Gegenbaur**, Über primäre und sekundäre Knochenbildung mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium. Jenaische Zeitschrift f. Medicin und Naturwissenschaft. Bd. III. 1867. p. 54 und 206. — Derselbe, Über das Kopfskelett von Alepocephalus rostr. Morphol. Jahrb. Bd. IV. Supplement.

LIK[1], WIEDERSHEIM[2] der strengen Scheidung vom primordialem und Deckknochen im Sinne KÖLLIKER's nicht beistimmen, während andere Forscher, wie O. HERTWIG[3] und PH. STÖHR[4] der genannten Ansicht beitreten, HUXLEY[5] dagegen sich in dieser Sache neutral verhält.

Reichliches Material besonders hinsichtlich der Entwicklung der Nasen- und Siebbeingegend beim Menschen und einigen Säugethieren findet sich bei DURSY[6].

Den Primordialschädel des Schweines hat ferner PARKER[7] ausführlich untersucht und zwar in neun verschiedenen Entwicklungsstadien, beginnend bei Embryonen von 7,5—8,0 Linien engl. PARKER führte seine Untersuchungen zum Theil auch nach neueren Methoden durch Anfertigung von Schnittserien so wie einzelner Schnittflächen nach den drei Hauptebenen aus. Die von PARKER gegebene Abhandlung ist der Hauptsache nach in einem späteren gemeinschaftlich mit BETTANY[8] herausgegebenen Werke reproducirt, in welchem neben dem Primordialschädel des Schweines auch die von Vertretern anderer Klassen des Wirbelthiertypus behandelt sind. Die beiden Verfasser sprechen sich am Schlusse des Werkes entschieden dagegen aus, dass die herkömmliche Art und Weise, den Schädel als aus einer bestimmten Anzahl von Wirbeln entstanden zu betrachten, die richtige sei. Wenn auch zugegeben werden müsse, dass das Cranium ursprünglich aus Wirbelsegmenten hervorgegangen sei, so sei es doch überaus schwierig, wo nicht unmöglich, zu ermitteln, wie viele Segmente des primitiven Wirbelthierkörpers an dem Aufbau des knorpeligen Cranium, welches phylogenetisch betrachtet eine lange Geschichte hinter sich habe, Antheil genommen haben[9].

Den Primordialschädel des Menschen in specie hat kürzlich HANNOVER[10] eingehenden Untersuchungen unterworfen; dieselben wurden an Schädeln von 25 menschlichen Embryonen angestellt, wobei der Längendurchmesser des Schädels zwischen 9—73 mm lag. Betreffs der Verknöcherung des Primordialknorpels stellt HANNOVER den Satz auf, dass am menschlichen Primordialschädel, und ohne Zweifel auch am übrigen Primordialskelett, kein Unterschied zwischen enchondraler und perichondraler Verknöcherung bestehe, dass vielmehr jede Knorpelverknöcherung eine periostale sei. Der Wirbeltheorie des Schädels gegenüber stellt sich HANNOVER so, dass er zwei Schädelwirbel annimmt, von denen der vordere prächordal, der hintere aber als Doppelwirbel zu betrachten sei; den Körper des letzteren bilde die chordahaltige Pars basilaris occipitis. Diese Ansicht hat HANNOVER[1] auch auf dem internationalen medicinischen Kongress in London 1881 vertreten.

---

[1] VROLIK, Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Teleostei. Niederländisches Archiv f. Zoologie. Bd. I. 1871—1873.

[2] R. WIEDERSHEIM, Das Kopfskelett d. Urodelen. Morphol. Jahrb. 1877. Bd. III.

[3] O. HERTWIG, Über das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XI. Suppl. 1874.

[4] PH. STÖHR, Zur Entwicklungsgeschichte des Urodelenschädels. Leipzig 1879.

[5] HUXLEY, The elements of the comparative anatomy. p. 296.

[6] E. DURSY, Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere. Tübingen 1869.

[7] W. K. PARKER, On the structure and development of the skull in the pig. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1874. Vol. 164. Part. I.

[8] W. K. PARKER u. G. T. BETTANY, Die Morphologie des Schädels. Deutsch von Dr. B. VETTER. Stuttgart 1879.

[9] Cap. IX. § 770.

[10] A. HANNOVER, Primordialbrusken og dens Forbening i det menneskelige kranium før Fødselen. Kopenhagen 1880.

Außerdem findet sich die Lehre vom Primordialschädel und seiner Verknöcherung in verschiedenen Lehrbüchern abgehandelt, von welchen hier vornehmlich KÖLLIKER's[2] »Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere« angeführt sei.

Was nun die gegenwärtige Arbeit betrifft, so hat dieselbe nur den Zweck, eine Fortsetzung der SPÖNDLI'schen Arbeit zu sein, indem die Untersuchungen zum Theil an Schädeln derselben Säugethiere angestellt, zum Theil aber auch auf andere Säugethiere ausgedehnt wurden. Vor Allem ist der Punkt ins Auge gefasst worden, ob das knorpelige Cranium bei den verschiedenen Ordnungen ein vollständiges oder unvollständiges sei, d. h. ob die Seitentheile des Chondrocranium das obere Ende des Medullarrohres entweder in seiner ganzen Längenausdehnung oder nur in dem einen oder anderen Abschnitte vollständig umhüllen, im Vergleich zur knorpeligen Wirbelsäule, welche, in späteren Entwicklungsstadien wenigstens, eine das ganze Rückenmark vollständig umhüllende Röhre darstellt.

Bezüglich der Nomenclatur sei erwähnt, dass im Folgenden in erster Linie die Bezeichnungen beibehalten sind, wie sie in der menschlichen Anatomie herkömmlich sind, dass jedoch daneben so weit als möglich auch die in der vergleichenden Anatomie gebräuchlichen neueren Benennungen angeführt wurden.

An dieser Stelle sei mir noch gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Rath Dr. v. KÖLLIKER für seine geschätzten

---

[1] A. HANNOVER, The Formation of Vertebrae in the Human Skull. Transactions of the International Medical Congress. 7. Sitzung. London, 2. bis 9. August 1881. I. Bd. Abth. f. Anatomie.

[2] Leipzig, 1879.

Rathschläge, für die gütige Überlassung des reichlichen, zum Theil sehr werthvollen Materials, so wie für die Liberalität, mit welcher derselbe mir seine Bibliothek zur Verfügung stellte, den tiefgefühltesten Dank auszusprechen. In gleicher Weise sei auch den beiden Prosektoren, Herrn Dr. M. Flesch und Herrn Dr. Ph. Stöhr für ihre liebenswürdige Hilfe durch Rath und That aufrichtigster Dank gesagt.

Methode.

Anfangs wurden Schädel in Spiritus konservirter Schafembryonen bearbeitet. Die Kopflänge betrug bei diesen ersten Versuchen durchschnittlich 4 cm. Bei einer so ansehnlichen Größe der Schädel empfahl sich die theilweise Maceration derselben, um die Fleisch- und Bindegewebstheile, so wie die Belegknochen mit Pincetten ablösen und so das knorpelige, zum Theil schon verknöcherte Schädelskelett vollständig freilegen zu können. Zu diesem Zwecke wurde den Schädeln durch mehrtägiges Auswässern aller Alkohol entzogen. Um die Maceration zu beschleunigen, wurde einer der Schädel bei circa 40° C. einer zweistündigen Einwirkung einer 3%igen Lösung von Kali causticum ausgesetzt. Die weitere Präparation wurde unter Wasser hauptsächlich mit zwei Pincetten und nur unter seltener Anwendung von Messer oder Schere vorgenommen. Die Weichtheile ließen sich gut ablösen, allein es zeigte sich auch, dass feinere Knorpellamellen durch die Kalilauge zerstört worden waren, so dass nur die zum Theil verknöcherte Schädelbasis im Zusammenhang dargestellt werden konnte. Da sich nun gezeigt hatte, dass das Kali causticum selbst bei kurzer Einwirkung auf den Knorpel stark schädigenden Einfluss ausübt, die Darstellung feinerer Knorpelplatten aber bezweckt wurde, so wurde kein weiteres Material und keine weitere Zeit vergeudet, um einen brauchbaren Koncentrationsgrad der Kalilösung, die richtige Einwirkungsdauer und den nöthigen Wärmegrad auszuprobiren; es wurde lieber der mühsamere aber sicherer scheinende Weg eingeschlagen, die Schädel in gewöhnlichem Wasser — dem zur Konservirung einige Tropfen koncentrirter Karbolsäurelösung zugesetzt wurden — unter zeitweiser Anwendung mäßiger Wärme zu maceriren. Die so gewonnenen Präparate fielen zwar besser, allein immer noch nicht genügend aus, indem der Knorpel sich stellenweise brüchig zeigte und auch oft wegen des sehr fest ihm anhaftenden Bindegewebes bei dessen Ablösung einriss. Auch kam es öfter vor, dass aus Knorpel entstandene Knochen sich von dem angrenzenden Knorpel trennten.

Wenn nun an dem Misslingen der ersten Versuche zum Theil Ungeübtheit Schuld gewesen sein mag, so war doch auch nicht zu verkennen, dass die in Spiritus konservirten Embryonen der erwähnten Präparationsweise Schwierigkeiten bereiten. Denn es gestaltete sich die Sache wesentlich anders, als darauf Versuche an frischen Embryonenschädeln gemacht wurden. Diese abgeschnittenen Köpfe wurden einige Stunden in Wasser einer Temperatur von circa 50° C. ausgesetzt, worauf sich der größte Theil der weicheren Gewebe entfernen ließ; durch Wiederholung dieses Verfahrens je nach Bedürfnis ließen sich in weit kürzerer Zeit und mit einem viel höheren Grade von Sicherheit die knorpeligen Schädelskelette darstellen. Leider konnte bei diesem Verfahren, den knorpeligen Primordialschädel durch Maceration zu erhalten, nur wenig Rücksicht auf die Herkunft und den Verlauf von Gefäßen und Nerven genommen werden, so wünschenswerth es auch erscheinen mag, hierüber genauere Anhaltspunkte zu gewinnen. Bei Unterbrechung der Arbeit auf einen oder mehrere Tage wurde dem Wasser theils etwas Karbolsäure zugesetzt, theils wurde dasselbe mit einer geringen Quantität Weingeist versetzt, wobei die Maceration immerhin in geringem Grade ihren Fortgang nehmen konnte. Die Schädel werthvollerer nur in einem Exemplare erreichbarer Embryonen wurden erst in Angriff genommen, nachdem an leichter zu beschaffendem Materiale die Schwierigkeiten der Technik möglichst überwunden worden waren. Als Konservirungsflüssigkeit für die fertigen Präparate bewährte sich eine Mischung, welche aus gleichen Theilen Spiritus, Wasser und Glycerin zusammengesetzt wurde. Der letztere Bestandtheil bewirkt insbesondere einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit in den knorpeligen Theilen, so dass die Verknöcherungspunkte, besonders wenn dieselben noch sehr klein sind, besser zur Unterscheidung gelangen.

Es folgt nun die Aufzählung der Thiere (s. Tabelle), von deren Embryonen Macerationspräparate gewonnen wurden, nebst Angabe der Grenzen, innerhalb welcher sich die Rumpf- und Kopflängen bewegten, erstere vom Scheitel bis zum Rumpfende (After), letztere von der Spitze der Schnauze bis zur größten Konvexität in der Hinterhauptsgegend gemessen.

Bezeichnung	Totalsumme	Frisch	Konservirt	Rumpflänge cm	Kopflänge cm
Rind	11	10	1	7,0—17,0	2,6—6,6
Schaf	13	7	6	4,5—29,5	1,8—10,0
Schwein	15	15	—	3,7—19,0	1,6—6,9
Katze	2	2	—	5,5—6,1	1,8—2,0
Dasypus novemcinctus . .	1	—	1	4,5	1,9
Bär	1	—	1	3,8	1,5
Phoca groenlandica	1	—	1	6,7	1,7
Manis tetradactyla (an brachyura?)	1	—	1	7,4	2,0

Da bei aller Aufmerksamkeit und Vorsicht manche Einzelheiten nicht mit der wünschenswerthen Deutlichkeit dargestellt werden konnten, so wurden zur Kontrolle noch einige Schädel in Pikrinsäure entkalkt, mit Karmin oder Bismarckbraun durchgefärbt, in Paraffin eingebettet und in Serienschnitte zerlegt. Bei der Karminfärbung zeigte sich dann der Knorpel hell, mit kräftig gefärbtem Perichondrium, während bei der Anwendung von Bismarckbraun der Knorpel ein gesättigtes Braun mit gelblichem Perichondrium annahm. Serienschnitte wurden angefertigt bei zwei Schafembryonen mit den bezüglichen Kopflängen von 2,1 und 0,9 cm so wie von dem 1,6 cm langen Kopf eines Schweinsembryo. Die Dicke der Schnitte, welche in Kanadabalsam eingelegt wurden, betrug bei dem größten der Schädel 0,1 mm, bei den kleineren 0,05 mm.

Beschreibung des Primordialschädels im Allgemeinen.

Obwohl es nicht im Rahmen dieser Aufgabe liegt, die Entstehung des Schädels selbst, so wie die Verhältnisse beim Übergang des häutigen Primordialcranium in das knorpelige abzuhandeln, weil nur die Beschaffenheit des knorpeligen Primordialschädels ins Auge gefasst wurde, so sei es doch gestattet, einen Blick auf die Entwicklung des Schädels vom ersten Anfange an zu werfen, und dieselbe in kurzen Zügen, hauptsächlich der Darstellung Kölliker's folgend, zu beschreiben.

Der Schädel entsteht aus dem Mesoderm, und zwar in der Stammzone desselben aus den sogenannten Urwirbelplatten des Kopfes (Remak) oder den Kopfplatten, mit anderen Worten aus der zu beiden Seiten der Chorda dorsalis (Notochord) so wie vor derselben gelegenen Bildungsmasse (Parachordalia und Trabeculae). Es zerfallen jedoch diese Urwirbelplatten des Kopfes weder nach der Länge in einzelne Urwirbel, noch nach der Quere in Urwirbel und Seitenplatten, wie dies bei der Wirbelsäule am Rumpfe der Fall ist. Dagegen zerfällt der Schädel, wie aus dem Obigen leicht ersichtlich, der Längsrichtung nach in zwei Abtheilungen, eine hintere, welche die Chorda enthält, und eine vordere, welche von derselben frei ist. Im hinteren Abschnitt zerfällt also das Bildungsmaterial des Schädels in die Chorda und die beiderseits von derselben gelegenen Urwirbelplatten des Kopfes, während im vorderen Abschnitt die beiderseitigen Urwirbelplatten durch eine unter dem Medullarrohr hinziehende Brücke (Balkenplatte) kontinuirlich in einander übergehen. Dem Umfange nach überwiegt der hintere Abschnitt, welcher Spheno-occipital-Theil, chordaler, vertebraler oder postpituitarer Abschnitt genannt wird, gegenüber dem vorderen Abschnitt, dem sogenannten Spheno-ethmoidal-Theil, oder prächordalen, prävertebralen oder präpituitaren Abschnitte.

In beiden Abschnitten umwachsen die Kopfplatten rasch das Medullarrohr, im prächordalen Theile auch von vorn her, während im vertebralen Theile die medialen Ränder der Kopfplatten noch die Chorda, ventral früher als dorsal, umwachsen.

Indem nun der Anfangs kurze prächordale Theil in die Länge wächst, und der Kopf sich nach der Bauchseite krümmt (Kopfkrümmung oder Kopfbeuge, mesocephalische Krümmung), tritt im axialen Theile das vordere Ende des vertebralen Abschnittes als sogenannter mittlerer Schädelbalken (Ratkke), oder vorderer Schädelbalken oder primitive Sattellehne (Kölliker) leistenartig gegen das Innere der Schädelhöhle hervor. Von diesem, so wie von einem dahinter gelegenen Fortsatze, dem hinteren Schädelbalken (Kölliker), ziehen Falten, im ersteren Falle als Anlage des Tentorium cerebelli, zum Dache des häutigen Schädels.

Es ist nun der häutige Schädel — beim Kaninchen in 10 Tagen — vollkommen geschlossen, bis auf eine kleine Stelle an der Grenze zwischen den beiden Schädelabschnitten, da nämlich, wo die Hypophysistasche vom Schlund her in den Schädel sich einstülpt (Pituitarraum). Jedoch wird auch diese Lücke bald ausgefüllt.

Die Umhüllung des Gehirns, welche an der Basis und besonders im Spheno-ethmoidal-Theil am dicksten ist, stellt das häutige Primordialcranium dar, geht jedoch nicht in ihrer ganzen Dicke in das knorpelige Primordialcranium über. Ohne erkennbare Abgrenzung einzelner Schichten begreift dasselbe die drei Hirnhäute, die Schicht, in welcher Knorpel entsteht, die Blastemschicht für die Deck- oder Belegknochen, endlich die äußere Haut in sich.

Die Verknorpelung findet nun in einer Schicht statt, welche zwischen der zukünftigen Dura und der Blastemschicht für die frühzeitig nach der Verknorpelung auftretenden Deckknochen liegt. Es verknorpelt jedoch diese nicht scharf abgegrenzte Schicht nicht über die ganze Flächenausdehnung des Schädels hin, wie frühere Autoren annahmen, sondern nur in gewissen Gegenden, so z. B. an der Basis und in den seitlichen Theilen des Schädels, während das Schädeldach in geringerem oder größerem Umfange zum Theil im Zusammenhang mit den seitlichen Theilen verknorpelt, zum Theil aber häutig bleibt, und so größere oder kleinere Fontanellen erkennen lässt.

Die Ausdehnung der Verknorpelungen am Schädeldache und den oberen Partien der Seitentheile verhält sich nun bei verschiedenen Säugethieren verschieden. So viel lässt sich aber jetzt schon feststellen, dass bei allen auf diese Verhältnisse hin untersuchten Mammalien in der Hinterhauptsgegend, entsprechend der Pars squamosa occipitis, ein das Medullarrohr vollständig umhüllender Knorpelring gebildet wird, dass dagegen in den davor gelegenen Theilen der Schluss in geringerem oder höherem Maße mangelhaft ist. Es bleiben jedoch auch an der Basis Lücken für den Durchtritt von Gefäßen und Nerven frei, wie sich auch in den Seitentheilen größere, häutig verschlossene Fontanellen finden, wie z. B. das Foramen sphenoparietale (Spöndli).

Was den zeitlichen Verlauf der Verknorpelung des häutigen Primordialschädels betrifft, so steht fest, dass dieselbe beim Menschen im zweiten Monat beginnt. Bezüglich der Säugethiere, besonders der größeren, walten Schwierigkeiten ob, indem es hier nicht gut möglich ist, Embryonen in beliebig gewählten Stadien der Entwicklung zu untersuchen, wie etwa beim Kaninchen, sondern weil die Erlangung von Embryonen größerer Thiere mehr oder weniger dem Zufall anheimgegeben ist. Da nun in diesen Fällen die Zeit der Befruchtung unbekannt ist, so können keine bestimmten Angaben über das Alter der Embryonen gemacht werden, und man muss sich, um überhaupt eine Vergleichung verschiedener Befunde zu ermöglichen, mit der Angabe der Größenverhältnisse begnügen.

Die Umwandlung des häutigen Primordialcranium in das knorpelige oder Chondrocranium beginnt, wie Kölliker an Kaninchenembryonen gezeigt hat, in den verschiedenen Theilen des Schädels, besonders denen der Basis und der Nasengegend ziemlich zu gleicher Zeit, und ist beim Kaninchen in circa 3 Tagen der Hauptsache nach vollendet. Es entsteht das Chondrocranium so zu sagen »auf einmal, wie aus einem Gusse«. Selbständig entstehen die knorpeligen Gebilde des Unterkieferfortsatzes (Mandibularbogen) und des Zungenbein- oder Hyoidbogens, also Meckelscher Knorpel, Anlage der Gehörknöchelchen, Zungenbein und Processus styloideus. Hiermit hat aber das Chondrocranium seine vervollkommnetste Gestalt noch nicht erreicht; während es nämlich in einzelnen Theilen (Basis) einfach wächst unter Beibehaltung der Gestalt, ändert es letztere an anderen Stellen, indem alte Theile schwinden und neue entstehen. Zu den letzteren gehören das Dorsum ephippii, die komplicirteren Bildungen des Ethmoidal- und Gehörlabyrinths, ferner die Pars squamosa occipitis, indem die knorpeligen Gelenktheile seitwärts und nach oben sich entwickeln, und dadurch, dass sie einander bis zur vollständigen Vereinigung entgegenwachsen, eine knorpelige Squama occipitis bilden, welche sich dann aufwärts noch weiter ausdehnt. In ähnlicher Weise entstehen auch die knorpeligen Seitentheile über den Felsentheilen und wachsen der Mittellinie entgegen, ohne diese aber — so weit bekannt — zu erreichen.

Die Chorda ist in der Basis des knorpeligen Schädels noch vorhanden, zeigt bei verschiedenen Thieren verschiedene Anschwellungen und endet an der Sattellehne.

Die Verknöcherung des Primordialschädels beginnt bald nach der Verknorpelung — beim Menschen am Ende des zweiten und Anfang des dritten fötalen Monats — und geht in doppelter Weise vor sich, indem nämlich einerseits der knorpelige Schädel von bestimmten Punkten aus in Knochen übergeht, welche Knochen primordiale (primäre) Knochen genannt werden, während andererseits die Deck- oder Belegknochen (sekundäre Knochen) aus häutigem Blastem entstehen. So streng die Entstehungsweise dieser beiden Knochen geschieden werden muss, so sind sie doch nach ihrer vollkommenen Ausbildung histologisch nicht zu unterscheiden. Die auf beide Arten entstandenen Knochen können auch mit einander verschmelzen. Primordiale Knochen sind im Allgemeinen die Knochen der Basis und der unteren Partien der Seitentheile, während die oberen Theile derselben so wie das Schädeldach aus Deckknochen gebildet werden. Der Primordialknorpel des Schädels verknöchert jedoch nicht in seiner ganzen Ausdehnung, sondern es bleibt ein Theil desselben, z. B. an der Nase, zeitlebens bestehen, während andere Partien zu Grunde gehen, möglicherweise in Folge des Wachsthumsdruckes der angrenzenden und sie überlagernden Knochen.

Nach diesem kurzen Überblick über den Entwicklungsgang des Schädels von seinem Anfang bis zu seiner späteren Erscheinungsform wird es an der Zeit sein, den Primordialschädel in seinem knorpeligen Zustand etwas näher zu betrachten.

Der knorpelige Primordialschädel entwickelt sich also, wie bereits erwähnt wurde, in seiner Hauptmasse sehr rasch und verändert auch durch Ansetzen neuer und Verlust älterer Theile seine Gestalt nicht unmerklich. Allein es giebt doch, wie sich im Laufe der Untersuchungen, welche der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegen, gefunden hat, einen Zeitpunkt, von welchem an die Form desselben auf eine gewisse Dauer stationär bleibt. Dieser Zeitpunkt ist am Ende der Ausbildung des knorpeligen Zustandes, noch bevor primordiale Knochenkerne erscheinen, eingetreten. Von da an wächst das Chondrocranium nach allen Dimensionen gleichmäßig. Während dieser Wachsthumsperiode können einzelne Theile des primordialen Knorpels in Knochen umgewandelt werden, allein diese Knochen halten, indem sie sich an dem Wachsthum des Ganzen betheiligen, genau die äußere Form, wenn auch nicht die Größe des ursprünglich an derselben Stelle gelegenen Knorpels ein, und so kann der knorpelige Schädel mehr als die doppelte Größe erreichen, ohne seine Gestalt merklich geändert zu haben. Dies hat sich an embryonalen Schädeln vom Schafe und Rinde deutlich gezeigt, nur enthält der ältere Schädel selbstverständlich mehr Knochen als der jüngere, in so fern knorpelige Partien durch Knochen ersetzt wurden. Es ist also geometrisch gesprochen der ältere Primordialschädel in seiner Totalform ein dem jüngeren ähnliches Gebilde geblieben.

Diese Thatsache berechtigt nun auch, eine Beschreibung des knorpeligen Primordialschädels zu versuchen und seine Form näher zu definiren, was nicht möglich wäre, wenn derselbe auch später noch in fortwährender Umbildung begriffen wäre. Auch lässt sich von dem Primordialschädel einer bestimmten Thierform sprechen, indem die Formverschiedenheit der Chondrocranien zweier Thiere, welche nahe stehenden Subfamilien einer Familie angehören, auf den ersten Blick erhellt, wie dies beim Schafe und Rinde der Fall ist. Andererseits können verhältnismäßig entfernter stehende Thiere aus verschiedenen Unterordnungen in gewissen Punkten eine größere Übereinstimmung zeigen, als solche, welche ein und derselben Familie angehören.

Wenn man sich eine richtige Vorstellung vom knorpeligen Cranium bilden will, so muss man dabei von vorn herein festhalten, dass dasselbe von dem bleibenden knöchernen Schädel sehr verschieden aussehen kann. Zwar giebt es Theile, welche sich sowohl nach Lage als nach Gestalt bei beiden ganz gut vergleichen lassen, wie z. B. der ganze Occipitaltheil, oder andere, welche in annähernder Form, aber in kleinerem Verhältnisse beim Chondrocranium sich finden, wie z. B. die Ala magna des Keilbeins; andere Theile aber sind beim primordialen Schädel größer als beim erwachsenen, wie die Ala parva des Keilbeins; oder es sind einzelne Theile zwar knorpelig vorgebildet, haben aber eine andere Form als die späteren an derselben Stelle liegenden Knochen, ohne dass zugleich der Knochen aus dem Knorpel hervorgeht, ein Verhältnis, welches sich zwischen den Parietalplatten und den Scheitelbeinen findet; wieder andere Theile des fertigen Schädels haben auch nicht eine Spur eines knorpeligen Vorläufers, wie das Interparietale.

Der knöcherne Schädel und das Chondrocranium unterscheiden sich ferner noch in einem wesentlichen Punkte von einander. Während dort die Knochen, in einem gewissen jugendlichen Alter wenigstens, allseitig abgegrenzt sind, so dass der Schädel durch Lösung seiner Nähte in diskrete Theile zerlegt werden kann, ist hier eine derartige Analyse unmöglich, indem das knorpelige Primordialcranium zu einer Zeit, wo noch keine primordialen Knochenkerne aufgetreten sind, durchaus keine Abgrenzung einzelner Theile unter sich erkennen lässt; es gehen vielmehr an einander stoßende Theile unvermittelt in einander über.

Aus diesem Grunde lässt sich auch der knorpelige Schädel nicht nach einzelnen Knorpeln beschreiben, sondern muss nach Gegenden, Theilen oder Abschnitten betrachtet werden, welche gewissermaßen von selbst als in sich zusammengehörig, unter sich durch Zwischenlagerung größerer Lücken mehr aus einander gehalten erscheinen, während sie durch Knorpelbrücken wieder unter einander verbunden sind.

Jeder dieser Abschnitte, welche in der Längsrichtung hinter einander gelagert sind, lässt wieder einen medialen oder axialen Theil und seitliche Anhänge oder Ausbreitungen unterscheiden, welch letztere entweder nach unten oder oben sich krümmen, um sich in der Richtung nach der Mittellinie hin wieder mehr oder weniger zu nähern.

Der nun folgenden näheren Beschreibung des Säugethierprimordialschädels soll gleich der eines bestimmten Thieres zu Grunde gelegt und im Anschluss daran weniger die übereinstimmenden als die abweichenden Befunde bei anderen Thieren angeführt werden. Es wird hierbei vorgezogen, die aus mehreren Präparaten kombinirten Thatsachen summarisch darzustellen, statt einzelne Präparate nach einander zu beschreiben, was der nicht zu vermeidenden Wiederholungen wegen zu ermüdend und wenig lohnend wäre. Der zu beschreibende Schädel wird immer so orientirt gedacht, dass er mit der unteren Fläche seiner Basis auf einer Horizontalebene aufruht.

Der Primordialschädel des Rindes.

Der vorerwähnten Abschnitte, in welche sich der Primordialschädel eintheilen lässt, sind drei an der Zahl, nämlich in der Richtung von vorn nach hinten gerechnet die Regio s. Pars naso-ethmoidalis, die Regio sphenoidalis und die Regio petroso-occipitalis. Diese Eintheilung stimmt so ziemlich mit der Eintheilung des menschlichen inneren Schädelgrundes in drei Schädelgruben überein, obwohl diese Theile am Primordialschädel, wie hier ausdrücklich bemerkt sei, keineswegs gesonderte Gruben erkennen lassen. Es bildet vielmehr der primordiale Schädelgrund mit seinen seitlichen Ausbreitungen eine seichte, in der Längsrichtung verlaufende und nur im hintersten Abschnitt durch die beiden knorpeligen Felsentheile seitlich schärfer abgegrenzte Mulde, welche, nach vorn hin offen, durch den Schuppentheil der Occipitalgegend eine hintere Wand erhält.

Bei Betrachtung der drei Abschnitte von oben und unten zeigt sich im ersten Theile ein Überwiegen der Längsrichtung, während die Pars sphenoidea in der Querrichtung eine größere Ausdehnung besitzt. Im hintersten Abschnitt dagegen sind die Dimensionen nach beiden Richtungen ziemlich gleich, doch ist die Breite meist etwas größer als die Länge. In der Profilansicht nimmt der Primordialschädel vom vorderen Ende bis etwa zur Mitte des hintersten Abschnittes an Höhe stetig zu, um von da an rasch wieder abzunehmen; dabei zeigt die Grundfläche eine in der Längsrichtung verlaufende, nach oben konvexe Krümmung.

Das axiale Gebilde der Regio naso-ethmoidalis bildet eine sagittal gestellte Lamelle, das knorpelige Septum narium (Aliseptal- und Mesethmoidknorpel). Diese Scheidewand persistirt als Knorpel im vordersten Theile als Cartilago quadrangularis, verknöchert dagegen in den hinteren oberen Theilen zur Lamina perpendicularis des Siebbeins (Mesethmoid); der übrige Theil wird Anfangs vom Vomer umfasst, bis letzterer den Knorpel zum Schwund gebracht hat. Vom oberen Rande der knorpeligen Nasenscheidewand wölben sich dann die Seitentheile der Nase (Alinasalknorpel) beiderseits zuerst lateral-aufwärts, so eine Längsrinne auf dem Nasenrücken bildend, um sich dann in scharfer Krümmung nach unten zu wenden; unter abermaliger Bildung von Längsrinnen an jeder Seite treten die Seitentheile wieder lateral-abwärts und bilden durch Aufrollen die untere Muschel. Vom vordersten Theile des etwas verdickten unteren Randes des Septum nasi geht beiderseits eine horizontale Platte ab (Trabecularhörner), mit welcher sich die Seitentheile der Nase in ihrem vordersten Abschnitt durch einen nach vorn und abwärts gerichteten Fortsatz (Appendix alae nasi) verbinden. Von der unteren Fläche der Trabecularhörner entspringen zwei rinnenförmige Knorpelstreifen, welche ihre konvexen Seiten einander zukehren und frei, parallel dem unteren Rande der Nasenscheidewand nach hinten verlaufen. Diese paarigen Knorpelstreifen sind als Jacobson'sche Knorpel (Gaumenfortsätze — Spöndli, rückläufige Knorpel — Parker) bekannt. Nach hinten verdickt sich die Pars naso-ethmoidalis ansehnlich dadurch, dass sich die Seitentheile nach außen wulstig vorstülpen, um die Siebbeinlabyrinthe (Aliethmoide und Ethmoidalia lateralia) zu bilden. Dieselben laufen mit ihren vorderen unteren Rändern lateralwärts in stumpfe, nach rückwärts gekrümmte Haken aus (Processus uncinatus). An der oberen Fläche werden die Labyrinthe durch scharf vorspringende, nach hinten konkave Ränder quer abgetheilt. Die medialen Enden dieser bogenförmigen Ränder stoßen nach hinten unter spitzem Winkel zusammen, um nach ihrer Vereinigung als Crista galli nach hinten zu laufen. Die lateralen Enden verbinden sich mit zarten Ausläufern der seitlichen Anhänge des zweiten Hauptabschnittes. Vor den Bogenlinien gehört das Labyrinth dem Gesichtstheil des Schädels an. Hinter der Bogenlinie liegen zu beiden Seiten der Crista galli die ψförmig begrenzten Laminae cribrosae. Es sind dies napfförmige Vertiefungen, deren Boden in jüngeren Stadien jedoch nicht von einer eigentlichen knorpeligen Siebplatte gebildet wird; die Seitenflächen der Crista galli gehen vielmehr unmittelbar in die Seitenflächen der Lamina perpendicularis über, ohne dass an der Grenzlinie eine horizontale Knorpelplatte abgeht. Die Anlage der von oben her frei zu Tage liegenden Siebbeinzellen wird dadurch gebildet, dass von den Seitenwandungen des hinteren Labyrinthabschnittes senkrecht und einander parallel gestellte Leisten in nicht ganz transversaler Richtung der Lamina perpendicularis zustreben, ohne aber diese zu erreichen. An den medialen Enden verästeln sich diese Leisten ein- bis zweimal, und erinnern von oben her gesehen an das Aussehen von Chorionzotten. Die Lamina cribrosa, welche auf diese Weise anfänglich nur vorgetäucht wird, kommt später wirklich zu Stande, wahrscheinlich durch Anastomosenbildung der Verästelungen. Crista galli und Lamina perpendicularis so wie der hintere konvexe Rand der Lamina cribrosa gehen in den axialen Theil des nächsten Abschnittes über.

Die Regio sphenoidea lässt sich wieder in zwei Unterabtheilungen zerlegen, nämlich in den vorderen und den hinteren Keilbeinknorpel. Den axialen Theil dieses Abschnittes bildet das Corpus sphenoideum anterius (Praesphenoid) in Verbindung mit dem Corpus sphenoideum posterius (Basisphenoid). Die zu ersterem gehörigen seitlichen Theile werden durch die Alae parvae (Orbitosphenoid) gebildet, deren laterale, nicht verknöchernde Hälfte bei Spöndli als Frontalplatte, bei Dursy als Orbitalflügel des Keilbeins bezeichnet werden. Zum Corpus sphenoideum posterius gehört als Seitentheil die Ala magna (Alisphenoid). In Wirklichkeit sind aber in diesem Stadium die kleinen Keilbeinflügel größer als die Alae magnae. Das Corpus sphenoideum anterius ist ziemlich hoch, wird nach hinten zu breiter und besitzt an der oberen Fläche eine quer gestellte Rinne (Sulcus opticus) zur Aufnahme des Chiasma der Sehnerven; auch ist der vordere Keilbeinkörper in seiner Mitte seitlich durch konkave Ränder, welche die mediale Umrandung der Foramina optica bilden, schmaler als vor und hinter dem Sulcus opticus. Von den breiteren angrenzenden Theilen entspringen an der oberen Fläche des Corpus sphenoideum anterius mit zwei Wurzeln — einer vorderen breiteren und einer hinteren schmaleren — die Alae parvae, welche als dünne Knorpelplatten, nur schwach nach oben konkav gekrümmt, weit nach der Seite hin sich ausbreiten. In ihrer lateralen Hälfte werden sie an ihrer unteren Fläche von der Pars orbitalis des frühzeitig entwickelten Stirnbeins fast ganz bedeckt. Vorderer und hinterer Rand der Ala parva gehen divergent nach der Seite hin; der vordere Rand krümmt sich nach vorn, um den medialen, beziehungsweise unteren Rand des oben erwähnten, mit dem Siebbeinlabyrinth sich verbindenden Fortsatzes zu bilden; dieser Fortsatz — ich will ihn Commissura orbito-ethmoidalis nennen (Orbitalflügel des Siebbeins — Dursy, nicht näher bezeichneter Theil der Frontalplatte bei Spöndli) — ist ein mehr auf die Kante gestellter durchschnittlich 1 mm breiter Knorpelstreifen und verschmilzt mit einer schnell auf das Doppelte zunehmenden Verbreiterung mit dem lateralen Ende des bogenförmigen Randes vor der Lamina cribrosa. Auf diese Weise wird das Foramen spheno-ethmoidale (Foramen spheno-frontale — Spöndli) geschlossen, welches zwischen vorderem Keilbeinflügel und Siebbeinplatte seine Lage hat. Am ausgebildeten Schädel existirt an dieser Stelle keine Lücke, sondern es findet hier durch die Berührung der Stirn- und Thränenbeine ein vollständiger Abschluss der Schädelhöhle statt. Der hintere Rand der knorpeligen Ala parva geht weiter nach der lateralen Seite als der vordere und biegt dann nach hinten um; auf diese Weise wird er zum unteren Rande eines Knorpelstreifens von durchschnittlich 2—3 mm Breite, welcher die Ala magna in weitem Bogen überspannend eine Verbindungsbrücke zwischen der Ala parva und der zum nächsten Abschnitt gehörigen, über dem Petrosum gelegenen und noch näher zu beschreibenden Parietalplatte herstellt. Diese Knorpelbrücke sei Commissura orbito-parietalis genannt. Der laterale freie Rand der Ala parva geht nach vorn mit einer Einkerbung in den oberen Rand der Commissura orbito-ethmoidalis über, längs der Ala parva selbst ist derselbe konvex. Eine tiefere Einkerbung zeigt der freie Rand beim Übergang in den oberen Rand der Commissura orbitoparietalis, über deren Mitte er einen stumpfwinkeligen Vorsprung zeigt; mit einer dritten Einkerbung endlich geht er in den oberen, beziehungsweise medialen Rand der Parietalplatte über. Durch die Commissura orbito-parietalis wird das Foramen spheno-parietale (Spöndli) geschlossen, welches zwischen Keilbein, Felsenbein und Parietalplatte eingeschlossen ist, und in welches die Ala magna vorspringt. Obwohl beim Rinde nur ein kleiner Theil der Parietalplatte zu der Begrenzung dieser Öffnung beiträgt, und vielleicht die Bezeichnung Foramen spheno-petrosum richtiger erscheint, so sei doch die Spöndli'sche Bezeichnung beibehalten, weil bei anderen Thieren die Parietalplatte sich in größerer Ausdehnung an der Umrahmung dieser Öffnung betheiligt.

Das Corpus sphenoideum posterius ist die direkte Fortsetzung des vorderen Keilbeinkörpers, von welchem es unter stumpfem Winkel (vordere Sattellehne) nach unten abfällt. In der Mitte ist es zur Sella turcica vertieft und geht nach hinten mit einer quer gestellten Leiste, der (hinteren) Sattellehne, in den axialen Theil des letzten Abschnittes über. Das Corpus sphenoideum posterius ist niedriger aber breiter als der vordere Keilbeinkörper. Die Ala magna entspringt seitlich an der tiefsten Stelle der Sella turcica mit einer in der Richtung von oben nach unten abgeplatteten Wurzel. Der Körper des großen Keilbeinflügels ist ziemlich dick und trägt in seinem medialen Theil einen von seiner unteren Fläche entspringenden nach unten und vorn gerichteten Fortsatz, die Lamina externa processus pterygoidei (Processus pterygoideus). Der laterale Theil der Ala magna trägt einen nach vorn und oben gerichteten knopfförmigen Vorsprung und verläuft nach hinten in eine dünner werdende Platte, welche ein dem Foramen ovale entsprechendes Loch trägt, durch welches der dritte Trigeminusast geht; der Ramus supramaxillaris tritt durch den zwischen Ala parva und Ala magna gelegenen Theil des Foramen sphenoparietale. Die Wurzelplatte der Ala magna verbreitert sich nach hinten und setzt sich an den konvexen Rand der untersten Schneckenwindung; diese Ausbreitung ist an der lateralen Seite durch einen konkaven Ausschnitt begrenzt und ist in ihrer Mitte, unmittelbar vor der Schnecke von einem kreisförmigen Loch für den Durchtritt der Carotis interna durchbohrt.

Die Regio petroso-occipitalis zerfällt, wie schon der Name andeutet, in zwei Unterabtheilungen. Einzelne Autoren trennen die Pars petrosa ganz vom Primordialschädel und betrachten sie für ein eingeschobenes, ein Sinnesorgan bergendes Schaltstück. Allein hier, wo eine Schwierigkeit wegen der Einreihung der Pars petrosa in einen Schädelwirbel nicht besteht, wird es gerechtfertigt sein, den Felsentheil wegen seines Zusammenhangs mit dem Occipitaltheil auch im Anschluss an denselben zu betrachten.

Das Petrosum (Petromastoid) ist als eine seitliche Anlagerung an das Occipitale zu betrachten. Es lässt schon in jüngeren Stadien an seiner hinteren Fläche die Schnecke mit dem Meatus auditorius internus deutlich erkennen. Von den Bogengängen ist der obere der ausgeprägteste, unter ihm findet sich eine nur sehr seichte Fossa subarcuata (Tröltsch) (Fenestra epiotica). Das Petrosum steht nach vorn durch die Schnecke in Verbindung mit der verbreiterten Wurzel des großen Keilbeinflügels. Medial und nach rückwärts grenzt der Felsentheil an die Pars basilaris und Pars condyloidea des Occipitaltheils, und setzt sich von diesem sowohl an der inneren oder cerebralen als an der äußeren oder unteren Fläche des Schädels durch eine Rinne scharf ab. Vorn gegen das Corpus sphenoideum posterius zu endet diese Rinne in eine circa 1 mm lange spaltförmige Öffnung (Foramen lacerum anticum?), nach hinten in das ziemlich große Foramen jugulare. Rückwärts und seitlich stößt die Pars petrosa wieder an die Pars condyloidea. An der äußeren Fläche findet der Übergang dieser beiden Schädeltheile in einander auf eigenthümliche Weise statt. In der oberen hinteren Gegend wölbt sich nämlich die Pars petrosa nach ab- und rückwärts bedeutend vor und es bildet dieser Vorsprung, welcher die unteren Labyrinththeile überragt, ein knorpeliges Tegmen tympani (pterotischer Wulst); dieses geht weiter nach unten in einen dem Processus mastoideus entsprechenden Fortsatz aus. Letzterer bezieht aber aus der oberen Gegend der Pars condyloidea eine von hinten und oben kommende zweite Wurzel, und es kann an der Basis externa die zwischen Foramen jugulare und Foramen condyloideum gelegene Knorpelpartie gewissermaßen als dritte, horizontale Wurzel betrachtet werden. Diese dreifache Verbindung des Petrosum mit dem Occipitale, nämlich durch die eben beschriebenen beiden Wurzeln, so wie durch die vor dem Foramen jugulare gelegene Verbindung, der Zusammenhang der Schnecke ferner mit der Ala magna berechtigen dazu, das Petrosum als Bestandtheil des Primordialschädels aufzufassen. Der dem Processus mastoideus der Lage nach entsprechende Fortsatz wird desshalb nicht mit diesem Namen bezeichnet, weil beobachtet wurde, dass derselbe von der Pars condyloidea occipitis aus verknöchert, und es ist desshalb die Bezeichnung Processus paramastoideus oder Proc. paroccipitalis vorzuziehen. Das knorpelige Tegmen tympani endet in einen zugeschärften, nach hinten und oben konkaven Rand; bevor derselbe in den Processus paroccipitalis übergeht, trägt er noch den Processus styloideus, welcher sich unmittelbar durch Knorpel (Stylohyale) zum Zungenbein fortsetzt. In späteren Stadien verknöchert das Stylohyale in seiner Mitte. Zwischen dem Tegmen tympani, welches klappenartig den oberen hinteren Theil der medialen Paukenhöhlenwand bedeckt, bleibt ein taschenförmiger Raum. In der unteren Gegend des Petrosum ist von außen die Fenestra rotunda und weiter oben die Fenestra ovalis sichtbar. Durch die zarte Umhüllungswand der Schnecke scheinen die Windungen derselben deutlich durch. Annulus tympanicus nebst Trommelfell, Meckel'schem Knorpel und den Gehörknöchelchen, letztere auch noch knorpelig, lassen sich leicht ablösen.

Es ist noch ein von der Pars petrosa entspringendes wichtiges Gebilde zu erwähnen, nämlich die Parietalplatten. Es sind dies paarige dünne Knorpelplatten, welche nach vorn durch Vermittelung der Commissura orbito-parietalis in die Alae parvae, nach hinten aber unmittelbar in die Pars squamosa occipitis übergehen. Die Parietalplatten entspringen mit zwei Wurzeln von der Konvexität des Canalis semicircularis superior. Zwischen beiden Wurzeln liegt eine bohnenförmige nach unten konkave Lücke, das Interstitium petroso-parietale (Spöndli). Die vordere Wurzel entspringt am vorderen oberen Theil des erwähnten Bogenganges; mit dem vorderen Rande derselben fließt die Commissura orbito-parietalis zusammen. Die hintere Wurzel, wie die vordere circa 2 mm breit, entspringt vom hinteren oberen Theil des oberen Bogenganges; ihr hinterer Rand bildet mit dem noch freien hintersten Theile des Canalis semicircularis superior so wie mit dem Seitenrande der Pars squamosa occipitis die Umrandung einer zweiten etwas kleineren ähnlichen Öffnung, welche als Interstitium petroso-occipitale bezeichnet werden mag. Dasselbe ist fast vertikal mit seiner Längsachse gestellt, während das Interstitium petroso-parietale horizontal über dem Scheitel des oberen Halbzirkelganges liegt. Am unteren Pol des Interstitium petroso-occipitale vereinigt sich die von der Pars condyloidea kommende hintere Wurzel des Processus paroccipitalis mit der vom Tegmen tympani kommenden vorderen. Die Parietalplatten sind beim Rinde fast senkrecht gestellt und neigen sich nur wenig gegen die Schädelhöhle hin; sie haben eine nur sehr geringe Höhe im Vergleich zu den gleichen Gebilden anderer Thiere. Die Höhe der Seitenplatten nimmt gegen die Hinterhauptschuppe hin etwas zu; dem entsprechend steigt auch ihr oberer Rand, welcher eine direkte Fortsetzung desjenigen der Commissura orbito-parietalis ist, nach hinten zu nur wenig aufwärts, wobei er unter schwach konvexem Verlauf sich unmerklich in den oberen Rand der Pars squamosa occipitis verliert. Der breiteste hintere Theil der Parietalplatten fließt mit dem oberen Theile der Hinterhauptschuppe zusammen. Die freien Theile des unteren Randes werden durch die beiden erwähnten Interstitien ausgekerbt.

Die Pars occipitalis wird wie in der menschlichen Anatomie zweckmäßig in die Pars basilaris (Occipitale basilare, Basioccipitale), die Partes condyloideae (Occipitalia lateralia, Exoccipitalia) und die Pars squamosa (Occipitale superius, Supraoccipitale) geschieden.

Den axialen Theil des ganzen Petroso-Occipital-Abschnittes bildet die Pars basilaris. Dieselbe ist vorn am Übergang in das Corpus sphenoideum posterius am schmalsten, verbreitert sich aber nach hinten zu ansehnlich, wobei sie zugleich ohne Vermittelung nach beiden Seiten hin in die Gelenktheile übergeht. Gegen das hintere Ende zu wird der Grundtheil wieder schmaler und bildet den vordersten Umfang des Foramen occipitale magnum. Die seitlichen Partien des dritten Abschnittes werden in der vorderen Hälfte von den Felsenbeinknorpeln gebildet, in der hinteren Hälfte von den Partes condyloideae. Jede derselben trägt nach unten den Processus condyloideus mit dem davor gelegenen lateral vorwärts gerichteten Foramen condyloideum. Es wurde oben erwähnt, dass sich der Gelenktheil mit zwei Wurzeln, einer vertikalen und einer horizontalen an der Bildung des Processus paroccipitalis betheiligt. Mit ihrem medialen eingekerbten Rande begrenzt die Pars condyloidea das fast quadratische, diagonal zur Länge und Breite des Schädels gestellte Foramen occipitale magnum. Nach hinten und oben schließt sich an die Gelenktheile die knorpelige Hinterhauptschuppe an, welche etwas gegen die Schädelhöhle hin gebogen ist. Sie ragt ungefähr bis zu der Horizontalebene in die Höhe, in welcher der größte Breitendurchmesser des Schädels liegt. Hier endet sie mit einer horizontal gelegenen, nach vorn geöffneten Bogenlinie, welche seitlich in den oberen Rand der Parietalplatten übergeht. Seitlich geht die Schuppe oben unmittelbar in die Parietalplatten über, im unteren Theile wird sie durch das Interstitium petroso-occipitale vom Petrosum getrennt. Der untere Rand der Pars squamosa trägt den hinteren oberen Winkel des um die transversale Diagonale geknickten Foramen occipitale magnum. Dieser Winkel ist durch eine häutige Platte ausgefüllt, einen Rest der Membrana reuniens superior des Kopfes (Rathke, Kölliker) oder Membrana spinoso-occipitalis (Hannover). Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass bei der Präparation die Bindegewebsplatte, welche die zwischen den Scheitelbeinen und dem oberen Rande der Schuppe frei bleibende Fontanelle verschließt, durch Einwirkung des warmen Wassers mächtig aufquoll und durch ihr bläuliches, glasiges Ansehen Knorpel vortäuschte. Nur eine genauere mikroskopische Untersuchung dieses Gebildes bewahrte vor einem Irrthum. Eine weitere Bestätigung des Befundes ergab sich auch daraus, dass diese vermeintliche Knorpelplatte sich leicht von der Squama trennen ließ, nachdem bei fortgesetzter Präparation die tiefste Lamelle des äußeren und inneren Perichondriums von der Schuppe abgezogen wurde; hierbei zeigte sich, dass diese Lamellen die Grenzschichten der fraglichen Platte bildeten.

Es wird nunmehr, nachdem das Chondrocranium in seinen Hauptabtheilungen beschrieben ist, am Platze sein, einige Bemerkungen über die am Primordialschädel beobachteten Verknöcherungscentra, so wie über das Verhalten einiger Deckknochen zu den Knorpeltheilen anzuknüpfen. Die ersten primordialen Verknöcherungspunkte erscheinen im Occipitaltheil; einer liegt in der Pars basilaris, hier von rautenförmiger Gestalt, und je ein rundlicher in den Partes condyloideae, hinter dem Foramen condyloideum (Kopflänge 2,6 cm); alle drei scheinen ziemlich gleichzeitig zu entstehen. Dann folgt ein ovaler Knochenkern lateral und vorwärts vom Foramen opticum in der Ala parva, ein anderer in der Ala magna medial vom Foramen ovale, welcher auf den Processus pterygoideus übergeht. Nach dem Auftreten von Knochenkernen in den Alae erscheinen sofort Ossifikationspunkte in der Squama occipitalis und zwar in einem Fall (Kopflänge 4,0 cm) an drei Stellen, ein unpaarer höher gelegener, darunter zwei paarige. Alle drei verschmelzen bald in der Weise, dass die beiden unteren mit dem oberen Kerne in Berührung treten, so dass sie zwei nach unten gerichtete Fortsätze der vereinigten Verknöcherung darstellen. Der Querdurchmesser dieses Knochentheils überwiegt dessen Höhe. Dieser letzteren Verknöcherung folgt ein Knochenkern im Corpus sphenoideum posterius. Eine primäre Ossifikation am Petrosum kann beim Rinde, wenn die Kopflänge 5,5 cm beträgt, noch nicht mit Sicherheit konstatirt werden.

Der Knochenkern in der Ala parva umwächst das Foramen opticum zuerst an der vorderen und lateralen Seite und breitet sich zugleich lateralwärts aus, ohne aber die halbe Breite der Ala parva zu überschreiten; hier existirt eine gegen den Knorpel konvexe Grenzlinie, welche annähernd dem lateralen Rande der knorpeligen Ala parva koncentrisch ist. Die vordere Wurzel des kleinen Keilbeinflügels ist bereits vollständig verknöchert, wenn die hintere noch knorpelig ist. Die Verknöcherung schreitet von den vorderen Wurzeln auf den vor dem Sulcus opticus gelegenen Theil des Corpus sphenoideum anterius fort, und zwar am vorderen Rande der Wurzeln langsamer als am hinteren. Zugleich entsenden die vorderen Wurzeln von ihrer unteren (äußeren) Fläche einen nach vorn und abwärts gerichteten Fortsatz, welcher mit dem der anderen Seite die tiefer gelegenen Partien des vorderen Keilbeinkörpers seitlich umfasst, und mit zunehmendem Wachsthum auch an das hintere Ende des Siebbeinlabyrinthes sich anlegt. Der spät aufgetretene Ossifikationspunkt im Corpus sphenoideum posterius zeigt konstant einen nach vorn gerichteten stumpfwinkeligen Vorsprung. Der hintere Rand ist gerade und lässt in den beobachteten Fällen das Dorsum ephipii noch frei. Das Wachsthum dieses Knochenkernes ist hauptsächlich nach der Quere gerichtet und es tritt auch bald eine Verbindung mit den Alae magnae ein, indem diese letzteren mit einem zugespitzten Fortsatz dem Seitenrande des axialen Knochenkernes entgegenwachsen (Kopflänge 5,0 cm). Das Corpus sphenoideum anterius erhält keinen Knochenkern, sondern verknöchert von den Wurzeln der Alae parvae aus, der vorderste Abschnitt des Körpers wahrscheinlich auch unter Betheiligung der subalaren Fortsätze. Das Corpus sphenoideum anterius ist an der unteren Seite noch vollkommen knorpelig und geht kontinuirlich durch die Lamina perpendicularis des Siebbeins in das knorpelige Septum narium über, wenn das Corpus sphenoideum posterius bereits eine feste Verwachsung mit den Alae magnae eingegangen ist (Kopflänge 6 cm). Nasen- und Ethmoidaltheil enthält um diese Zeit noch keinen primordialen Knochenkern, sondern ist ringsum von Deckknochen (Nasale, Maxillare, Intermaxillare, Lacrymale, Palatinum, Lamina interna processus pterygoidei s. Pterygoid) umgeben. Die knorpelige Umrandung der Nasenlöcher ist von Deckknochen frei. Die Knochenkerne des Occipitaltheils bleiben noch lange durch Knorpel von einander getrennt. Von dem Knochenkern hinter dem Foramen condyloideum aus verknöchert der Gelenkfortsatz und, wie bereits bemerkt wurde, der Processus paroccipitalis an seiner hinteren Seite.

Von den Deckknochen zeigen einige folgende bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Es wurde bereits erwähnt, dass die Pars orbitalis des Stirnbeins den knorpelig bleibenden Theil der Ala parva (Frontalplatte, Orbitalflügel des Keilbeins) von unten her größtentheils bedeckt;

allein auch an der oberen Fläche des Knorpels schieben sich Knochenschüppchen, welche von der Innenfläche des Stirnbeins ihren Ursprung nehmen, über den lateralen Rand des Knorpels hinweg. An einem sagittal durchsägten Schädel eines Kalbsfötus der Würzburger vergleichend-anatomischen Sammlung ist ein beträchtlicher Theil der cerebralen Fläche der Ala parva (laterale Hälfte) von einer dünnen, porösen Knochenlamelle bedeckt. An der einen Schädelhälfte wird durch die Lücken dieser Lamelle noch ein Knorpelrest sichtbar, welcher der Commissura orbito-ethmoidea angehörte. Von der Commissura orbito-parietalis ist in diesem fortgeschrittenen Stadium nichts mehr zu entdecken. Das Scheitelbein, welches beim Rinde sehr schmal ist, bedeckt schräg nach hinten aufsteigend die Parietalplatten und einen Theil der Commissura orbito-parietalis. Das Squamosum deckt nur den oberen Theil des Gehörlabyrinthes und sendet einen nach hinten und unten gerichteten sichelförmigen Fortsatz (posttympanischer Sporn des Squamosum — Parker) gegen den Processus styloideus hin. Im weiteren Verlauf der Verknöcherung bildet der Processus styloideus in Gemeinschaft mit dem Processus paroccipitalis das untere Ende des Canalis facialis. Über der Verknöcherung in der Hinterhauptschuppe liegen der häutigen Bedeckung der Fontanelle zwei zum Interparietale gehörige Knochenkerne auf, welche ziemlich groß werden, ehe sie mit einander verschmelzen. Der erste an den Gehörknöchelchen sichtbar werdende Knochenkern findet sich als kleines Schüppchen an der Grenze zwischen Meckel'schem Knorpel und Hammer und repräsentirt die Basis des daraus sich entwickelnden Processus longus des Hammers.

Der Primordialschädel des Schafes.

Die allgemeinen Formverhältnisse des Primordialschädels beim Schafe gestalten sich so, dass der Nasentheil spitzer und kürzer, der Ethmoidal-, Sphenoidal- so wie Occipitaltheil dagegen breiter als beim Rinde ist, woraus eine gedrungenere Gestalt des Ganzen resultirt. Die auffallendsten Verschiedenheiten jedoch finden sich im Sphenoidaltheil, so wie in dem Verhalten der Parietalplatten.

Die bemerkenswertheste Erscheinung beim Primordialschädel des Schafes ist die, dass in keinem Stadium die Commissura orbito-ethmoidalis sich darstellen ließ, obwohl mit aller Vorsicht dabei zu Werke gegangen wurde, nachdem sich der Mangel dieses Gebildes an einigen Präparaten erwiesen hatte. Es gelang z. B. an den Schädeln junger Schweinsembryonen ohne besondere Mühe diese Kommissur frei zu legen, während bei größeren Schafembryonen, wo diese Verbindung entsprechend stärker gewesen sein müsste, trotz aller Mühe und Aufmerksamkeit keine Spur einer vollständigen Überbrückung des Foramen orbito-ethmoidale zu entdecken war. Es schwand so mehr und mehr der Verdacht, dass diese Knorpelbrücke abgerissen worden wäre. Bei keinem der 13 Embryonen mit den bezüglichen Kopflängen zwischen 1,8 und 10,0 cm gelang das Auffinden der Kommissur. Aber eine Andeutung fand sich in so fern, als der vordere laterale Winkel der Lamina cribrosa bei allen Präparaten in einen lateral nach hinten gerichteten konischen Fortsatz auslief, welcher immer der Größe des betreffenden Schädels entsprach und bei dem größten derselben (10,0 cm) ein cylindrisches Knorpelstäbchen von 2,0 mm Länge und 0,5 mm Dicke darstellte und ähnlich wie eine Spitzkugel endete. Im letzteren Falle eben so wie bei etwas jüngeren Schädeln brach das Stäbchen vom Siebbeinknorpel leicht ab und konnte aus dem dicken vorderen Rande des Processus nasalis des Stirnbeins an der Grenze gegen die Pars orbitalis hin hervorgezogen werden, in welchem es vollständig vom Knochen umschlossen war. Bei den Schädeln jüngerer Embryonen, wo das Stirnbein noch nicht so weit entwickelt war, lag der Knorpelfortsatz einfach der inneren Fläche des Stirnbeins an. Diese Thatsache, dass die Commissura orbito-ethmoidalis beim Schafe fehlt, wurde auch durch zwei darauf hin hergestellte Schnittserien an Köpfen von 0,9 und 2,1 cm Länge bestätigt.

Diesem Verhalten entsprechend verläuft der vordere Rand der knorpeligen Ala parva, deren beide Wurzeln ziemlich gleich stark sind, erst eine Strecke weit schwach konkav gekrümmt nach vorn und seitwärts, um dann in fast rechtem Winkel, dessen Scheitel bei zunehmendem Alter sich mehr und mehr abrundet, in den lateralen konvexen Rand der Ala parva überzugehen. Auf diese Weise kommt kein eigentliches Foramen orbito-ethmoidale, sondern vielmehr eine gleichnamige Incisur zu Stande. Der laterale Rand geht über die Commissura orbito-parietalis hin mit einer seichten Konkavität in den stark konvexen oberen, bezüglich medialen Rand der Parietalplatte über und fällt dann weiter im Bogen verlaufend nach hinten zu ab, wo er wieder unter fast rechtem Winkel auf das laterale Ende des oberen Schuppenrandes aufstößt. An einigen Präparaten wird der Rand der Parietalplatte sogar etwas rückläufig, so dass ein mehr spitzer, zwischen Parietalplatte und Schuppe einspringender Winkel resultirt. Die Parietalplatte selbst entspringt ziemlich breit vom Scheitel des oberen Bogenganges; an einzelnen Präparaten deutet ein kleines rundes Loch ein Interstitium petroso-parietale an, während ein Interstitium petroso-occipitale vollständig vorhanden ist. In der Commissura orbito-parietalis krümmt sich die Orbitoparietalplatte der Fläche nach, so dass sich der hintere parietale Theil mehr aufstellt; unter weiterer Flächenkrümmung neigen sich die Parietalplatten, welche höher als beim Rinde sind, mit ihren obersten Theilen gegen einander und bilden so ein seitliches Gewölbe um das embryonale Gehirn. Das Dorsum ephipii ist bei einer Kopflänge von 3,5 cm sehr schön ausgebildet. Die Verbindung der Lamina cribrosa mit dem vorderen Keilbein ist eine relativ schmalere. Die primordialen Verknöcherungskerne betreffend finden sich folgende Verhältnisse: Bei einer Kopflänge von 1,8 cm ist noch kein Knochenkern vorhanden, allein es erscheint bereits der später verknöchernde mediale Abschnitt der Ala parva dichter und undurchsichtiger. In der vorderen Wurzel der Ala parva tritt bei einer Kopflänge von 2,2 cm am vorderen Umfang des Foramen opticum ein Knochenpunkt auf, dann folgt ein weiterer am hinteren Rande der Ala parva (Kopflänge 2,3 cm) mehr seitlich vom Foramen opticum; später (Kopflänge 2,9 cm) erscheint noch ein dritter Ossifikationspunkt am hinteren Umfang des Foramen opticum. Die Gestalt der knöchernen Alae parvae wird dadurch in der Weise bestimmt, dass ihr hinterer Rand länger als der vordere, der hintere laterale Winkel spitz, der vordere stumpf ist; auch hier wachsen sich die Knochenkerne der vorderen Wurzeln vor dem Sulcus opticus schneller entgegen. Ein nach unten gerichteter, von der vorderen Wurzel entspringender subalarer Fortsatz fehlt in jüngeren Stadien und tritt erst bei einer Kopflänge von 5,5 cm deutlich hervor. Hat der Schädel eine Länge von 10,0 cm erreicht, so ist das Corpus sphenoideum anterius von den kleinen Keilbeinflügeln aus ganz verknöchert, indem auch hier im Corpus sphenoideum anterius kein selbständiger primordialer Knochenkern sich ausbildet. Die Knochenkerne der Ala parva treten vor dem der Ala magna und denen der Hinterhauptschuppe auf. Das knöcherne Corpus sphenoideum posterius wird von einem verhältnismäßig sehr kleinen Knochencentrum aus angelegt; es tritt sehr bald eine Verschmelzung mit den großen Keilbeinflügeln ein, während die Entwicklung des Knochenkerns in der Längsachse des Schädels noch eine sehr geringe ist. Der hintere Rand der in Knochen übergegangenen Ala magna zeigt einen mit dem Wachsthum an Tiefe zunehmenden Einschnitt, welcher einem unvollständigen Foramen spinosum entspricht. Der laterale Rand der zum Petrosum ziehenden knorpeligen Ausbreitung der Wurzel der Ala magna wird zu einem der Lingula ähnlichen Gebilde, ist jedoch bei einer Kopflänge von 5,5 cm noch knorpelig. Im Petrosum tritt ein Ossifikationspunkt am vorderen Umfang des Meatus auditorius internus auf (Opisthoticum), welcher den inneren Gehörgang fast ganz umwächst, und mit einem zweiten Knochenpunkt am Zusammenfluss des oberen und hinteren Bogenganges verschmilzt (Kopflänge 6,0 cm). Die Schnecke zeigt in diesem Stadium auf der konvexen Seite eine knöcherne Spirale, welche den Windungen entspricht, während die seichten Furchen zwischen je zwei Windungen noch knorpelig sind. Bei einer Kopflänge von 10,0 cm sind alle Knochenpunkte des Petrosum in gegenseitige Verbindung getreten und es bleibt nur noch ein Knorpelsaum an dem der Ala magna zugekehrten Rande der Schnecke. Die Gehörknöchelchen sind in diesem Stadium vollständig verknöchert. Ein Präparat lässt den Wahrscheinlichkeitsschluss zu, dass das Foramen occipitale magnum durch gegenseitige Vereinigung der Gelenktheile ohne Betheiligung der Schuppe geschlossen wird. Die sehr breiten als Belegknochen entstehenden Hälften des Interparietale bedecken mit ihren lateralen Rändern noch den hintersten Theil der Parietalplatten.

Der Primordialschädel des Schweines.

Die Gestalt des Chondrocranium beim Schweine ist eine sehr schlanke. Die nach vorn zu breiter werdende Nase trägt am Rücken eine tiefe Längsfurche. An der unteren Fläche zeigt der vorderste Theil zwei stark vorspringende Leisten, welche der Länge nach, jedoch nur auf eine kurze Strecke, verlaufen, indem sie sich bald wieder verlieren. Die mit schmalen Wurzeln entspringenden Alae parvae sind mehr nach vorn gerichtet, stark nach oben gekrümmt und erreichen in der Querrichtung eine ziemliche Breite. Die Commissura orbito-ethmoidalis ist im Vergleich zu ihrer Breite kurz. Das Foramen spheno-ethmoidale ist schlitzförmig. Die Ala magna entspringt weit vorn, nahe der Ala parva mit zarter Wurzel, welche sich jedoch nicht nach dem Petrosum hin verbreitert (Kopflänge 2,0 cm). Der Processus pterygoideus ist stark entwickelt. Eine Trigeminusöffnung fehlt im großen Keilbeinflügel. Die Commissura orbito-parietalis ist breit und kurz und geht sofort in die Parietalplatte über. Letztere entspringt mit einer Wurzel, hinter welcher ein Interstitium petroso-parietale liegt. Die Parietalplatten sind sehr hoch, ihre oberen Ränder werden durch starke Wölbung zu medialen, sind stark konvex und stehen bei einem Schädel von 2,0 cm Länge nur sehr wenig von einander ab. Der Zwischenraum zwischen den Rändern der Parietalplatten wird nach hinten zu breiter und läuft über der Squama occipitis seitlich in zwei spitze Winkel aus, welche dadurch entstehen, dass die konvexen Ränder der Parietalplatten bei ihrem Verlaufe gegen das Hinterhaupt stark rückläufig werden. Die Hinterhauptschuppe ist ziemlich hoch. Das Foramen occipitale magnum ist groß, eiförmig mit nach oben gerichteter Spitze; durch eine breite Membrana reuniens superior wird der obere Theil geschlossen, und die Form der übrig bleibenden Öffnung eine runde. Die Sella turcica ist tief. Das hohe Dorsum ephippii zeigt in späteren Stadien sehr lange knorpelige Processus clinoidei posteriores. Die Fossa subarcuata ist deutlich ausgeprägt.

Primäre Knochenkerne sind bei einer Schädellänge von 1,7 cm noch nicht wahrnehmbar, dagegen finden sich solche bereits bei einer Länge von 2,0 cm in der Basis und den Gelenktheilen des Hinterhaupts. In vorgeschritteneren Stadien — die zwischenliegenden konnten leider nicht beobachtet werden — zeigt sich, dass beim Schweine die gegenseitigen hinteren Wurzeln der Alae parvae zuerst knöchern verschmelzen und dass von hier aus die Verknöcherung an der oberen Fläche des Corpus sphenoideum anterius in der Tiefe des Sulcus opticus nach vorn fortschreitet, während die vorderen knöchernen Wurzeln der kleinen Keilbeinflügel noch von einander durch eine mediane Spalte getrennt sind. Ein subalarer Fortsatz fehlt. An Schädeln von 4,5 cm Länge und darüber ist bereits keine vollständige Commissura orbito-ethmoidea mehr vorhanden; es findet sich nur noch ein dem vorderen lateralen Winkel der Lamina cribrosa anhaftendes dünnes Knorpelstreifchen, welches nach hinten mit einem eigenthümlich gewellten Rande endet. Auch der knorpelige laterale Theil der Ala parva ist verhältnismäßig kleiner geworden und weist unregelmäßig gekerbte Ränder auf. Die Commissura orbito-parietalis und der vorderste Theil der Parietalplatte steht noch in Verbindung mit dem Petrosum. Bei einer Kopflänge von mehr als 5,0 cm ist dies bereits nicht mehr der Fall. Die knöchernen Alae magnae bilden in diesem Stadium mit dem ebenfalls verknöcherten hinteren Keilbeinkörper ein Ganzes. Die Gestalt der ersteren ist eine von der früher beschriebenen Form anderer Säugethiere bedeutend abweichende. Die Alae magnae laufen nämlich mit ausgekerbten hinteren Rändern eine Strecke weit horizontal, biegen dann aber etwas breiter werdend fast unter rechtem Winkel nach oben um. Am oberen verdickten Ende des vertikalen Theiles findet sich eine nach hinten und zur Seite verlaufende ziemlich tiefe Rinne. Der hintere Rand dieses Keilbeinflügels legt sich hart an das Petrosum an. An der unteren Fläche der Ala magna fällt der als breite Platte entwickelte Processus pterygoideus auf. Die Hinterhauptschuppe verknöchert von zwei neben einander gelegenen Knochenkernen aus. Der hintere obere Umfang des Foramen occipitale magnum wird bei einer Kopflänge von fast 7,0 cm noch von einer Membrana spinosa-occipitalis gebildet.

Am Petrosum findet sich außer den zwei auch beim Schafe beobachteten Knochenkernen noch ein solcher über der Fenestra ovalis (Epioticum). An der Schnecke verknöchert zuletzt der vorderste Rand, an welchen sich der große Keilbeinflügel anlegt. Das verknöcherte Labyrinth lässt die Bogengänge sehr deutlich hervortreten und zeigt eine sehr tiefe Fossa subarcuata. Betreffs der Gehörknöchelchen ist zu erwähnen, dass der Stapes im hinteren Schenkel zuerst verknöchert, dass der lange Schenkel des Ambosses bereits ossificirt ist, wenn an der Basis des kurzen ein Knochenkern erscheint, und dass vom Hammer der Stiel und der kurze Fortsatz noch knorpelig ist, wenn der übrige Theil sammt den beiden anderen Gehörknöchelchen bereits vollständig in Knochen umgewandelt ist. Die Scheitelbeine sind sehr breit und ersetzen das fehlende Interparietale. An zwei der größeren Schädel fand sich merkwürdigerweise ein Knorpelstreifchen in der unteren Hälfte der Sutura fronto-parietalis, was sich nicht wohl anders erklären lässt, als durch die Annahme, dass Reste der Commissura orbito-parietalis durch den Druck des wachsenden Gehirns in diese Naht als den Ort des geringsten Widerstandes hineingedrängt wurden.

Der Primordialschädel der Katze.

Das Chondrocranium zeigt bei diesem Thiere einige bemerkenswerthe Unterschiede. Die Nase ist breit, kurz und fällt stark nach unten ab, so dass an der unteren Seite ihre Spitze tiefer zu stehen kommt als der bereits gebildete harte Gaumen. Der Rücken besitzt eine tiefe Längsfurche, an den Seitentheilen grenzen sich die Nasenflügel und die Siebbeinlabyrinthe durch tiefe Einschnitte ab. Die Lamina cribrosa ist schmal und in die Länge gezogen und zeigt in der Ansicht von oben nur zwei stärker vorspringende Leisten an ihrem Seitenrande. Die kleinen Keilbeinflügel sind in hohem Maße entwickelt. Ihre vordere Wurzel hat etwa die dreifache Breite der hinteren und entspringt nicht nur vom Corpus sphenoideum anterius, sondern auch mit einer nach vorn gehenden Ausbreitung vom hintersten Seitenrande der Lamina cribrosa. Die Alae parvae werden nach der Seite hin rasch breit und streben dabei unter Krümmung ihrer Fläche nach oben. Ihr vorderer Rand ist stark konkav, kurz und geht sofort in den ebenfalls konkaven unteren Rand der außerordentlich breiten, nach vorn hin sich etwas verschmälernden Commissura orbito-ethmoidea über. Der obere Rand der Kommissur ist stark konvex und verliert sich in den der Ala parva. Das Foramen spheno-ethmoideum ist längsoval. Die Commissura orbito-parietalis ist lang und im Vergleich zum Orbitosphenoid und der ebenfalls breiten Commissura orbito-ethmoidea schmal. Die Ala magna hat eine große Ausdehnung, während ihre Wurzel dünn und schmal ist. Die vorderen Ränder der Ala magna und ihrer Wurzel sind konkav eingebogen; der Processus pterygoideus ist stark nach vorn gerichtet. Die auch hier vorhandene plattenartige Ausbreitung der Flügelwurzel zum Petrosum dehnt sich auch noch ein Stück auf den hinteren Rand des Flügels selbst aus und ist hier von einem Loch unterbrochen. Die Partes petrosae sind mehr der Quere nach gestellt und kommen sich mit ihren vorderen abgerundeten Enden fast bis zur Berührung nahe, so dass sie das vorn sehr schmale Occipitale basilare von oben her fast ganz bedecken. Zwischen dem hinteren Rande des Petrosum und dem Seitenrande des Occipitale basilare besteht eine ziemlich große Lücke; ihre Bedeutung konnte nicht ermittelt werden. Die Parietalplatten entspringen einwurzelig vom vorderen oberen Umfang des Canalis semicircularis superior; hinter dieser Wurzel liegt das spaltförmige Interstitium petroso-parietale. Die Höhe der Parietalplatten, welche sich gegen die Mittellinie hin wölben, ist eine bedeutende. Der obere, beziehungsweise mediale konvexe Rand derselben stößt mit dem oberen Rande der Hinterhauptschuppe unter annähernd rechtem Winkel zusammen. Das Foramen occipitale magnum ist queroval. Primordiale Knochenkerne finden sich in der Pars basilaris und Pars condyloidea occipitis; der letztere Ossifikationspunkt lässt das Foramen condyloideum noch ganz frei. Die Squama occipitalis entsteht aus zwei neben einander gelegenen Knochenkernen. Der vor dem Foramen ovale gelegene Theil der Ala magna nebst dem Processus pterygoideus ist bereits verknöchert. Die Ala parva verknöchert vom hinteren lateralen Winkel der bleibenden Ala parva aus gegen das Foramen opticum hin. Die beiden Keilbeinkörper sind noch rein knorpelig. Das aus zwei Theilen bestehende Interparietale füllt in verhältnismäßig frühem Alter die Hinterhauptsfontanelle bereits vollständig aus. Vor der Ablösung des Scheitelbeins zeigte sich am vorderen unteren Winkel desselben eine im Bereiche des Foramen sphenoparietale gelegene seitliche Fontanelle. Die Lamina interna der Flügelfortsätze (Pterygoid) ist bereits sehr fest mit der Lamina externa verbunden.

Der Primordialschädel eines Gürtelthieres (Dasypus novemcinctus).

Der Nasentheil im engeren Sinn ist schlank; am Rücken desselben befindet sich eine nur sehr seichte Längsfurche, deren Boden vorn in einen medianen Vorsprung endet. Die Jacobson'schen Knorpel sind trotz der Kleinheit des ganzen Schädels sehr deutlich zu sehen. Das Siebbeinlabyrinth und die Lamina cribrosa mit hoher Crista galli zeichnen sich durch großen Umfang aus. Die Alae parvae sind schmal, mäßig nach oben gekrümmt und von geringerer Höhe. Der verknöchernde Theil derselben steht in inniger Berührung mit dem hinteren Umfang der Lamina cribrosa. Die Commissura orbito-ethmoidea ist sehr kurz, ähnlich wie beim Schwein, jedoch verhältnismäßig breiter. Der obere Rand der Ala parva ist am Übergang in die vordere Kommissur seicht, am Übergang in die hintere Kommissur tief eingekerbt. Das Foramen spheno-ethmoideum stellt eine kurze spaltförmige Lücke dar. Das Corpus sphenoideum anterius ist sehr breit, ohne sichtbaren Sulcus opticus. Das Corpus sphenoideum posterius ist ebenfalls sehr breit, aber kurz. Die Alae magnae sind ziemlich groß und lagern sich mit ihrem vorderen Rande dicht unter den hinteren Rand der kleinen Flügel. Erstere enthalten keine Trigeminusöffnung; ihre Wurzeln sind stark und besitzen eine Ausbreitung an das Petrosum. Das Foramen caroticum ist sehr klein. Die Commissura orbito-parietalis ist breit und nimmt gegen die Parietalplatte hin durch rasches Aufsteigen des oberen Randes noch an Breite zu. Die einwurzeligen Parietalplatten sind ziemlich hoch und neigen sich der Mittellinie zu. In ihrer Mitte ist der Knorpel in der Richtung von oben nach unten verdickt und weniger durchsichtig. Das Interstitium petroso-parietale ist groß und rundlich dreieckig. Das Foramen occipitale magnum ist so ziemlich kreisrund. Die Gelenkfortsätze des Hinterhaupts sind groß. Der Schuppentheil ist etwas niedrig.

Primordiale Knochenkerne finden sich: in der Ala parva, seitlich vom Foramen opticum, auf die beiden Wurzeln übergehend; in der Ala magna, wo sie von länglicher Form in der Achse jedes Flügels liegen und auf die Processus pterygoidei übergehen; mit letzteren zeigen sich die Laminae internae sehr fest verbunden. Die Wurzel der Ala magna ist noch knorpelig; das Corpus sphenoideum posterius ist der ganzen Breite nach verknöchert. Außerdem findet sich je ein Knochenkern in der Pars basilaris und jeder Pars condyloidea occipitis, und zwei noch weit von einander entfernte seitliche Ossifikationen im Schuppentheil.

Vorbemerkung: Die Primordialschädel der folgenden drei Thiere gehörten Spirituspräparaten an und waren von allen in Weingeist konservirten Schädeln am schwierigsten zu bearbeiten. Die fertigen Präparate lassen an Sauberkeit viel zu wünschen übrig, sind auch theilweise sehr lädirt. Die nachfolgenden Daten sind zum Theil nicht mehr zu demonstriren, sind aber in diesem Falle nach Aufzeichnungen, welche während der Präparation möglichst gewissenhaft gemacht wurden, wiedergegeben. Während bei den im Vorhergehenden abgehandelten Primordialschädeln die Untersuchung mehrfach wiederholt wurde, konnte hier dieselbe wegen der Seltenheit des Materiales nur an einem Exemplare durchgeführt werden, und die Angaben hierüber mit Benutzung der defekten Präparate können daher auch nicht den Grad der Sicherheit haben wie die vorangehenden Beschreibungen.

Der Primordialschädel eines Bären.

Der Schädel ist noch vollkommen knorpelig ohne jeglichen Ossifikationspunkt. Die Knorpelleisten, welche die Lamina cribrosa später bilden, sind in diesem jugendlichen Stadium sehr schön zu sehen. Die Orbitosphenoide sind von außerordentlicher Zartheit, fast schleierartig. Wie bei der Katze breiten sich auch hier die vorderen Wurzeln der Ala parva an den hinteren Umfang der Lamina cribrosa aus. Die bekannten beiden Kommissuren sind vorhanden. Das Corpus sphenoideum posterius ist sehr breit. Die Parietalplatten sind etwas dichter als die Alae parvae.

Erstere zeigen nur eine ziemlich breite Wurzel ohne Interstitium petroso-parietale; dagegen ist ein Interstitium petroso-occipitale vorhanden. Die Parietalplatten sind nicht sehr hoch; ihr oberer Rand verbindet sich unter stumpfem Winkel mit der niedrigen Squama occipitis. Das Foramen occipitale ist sehr groß, nachdem eine ziemlich ausgedehnte Membrana spinoso-occipitalis entfernt ist.

Der Primordialschädel von Phoca groenlandica.

Der Nasentheil ist vorn sehr spitz, die Lamina cribrosa klein aber stark konkav. Der ganze übrige Theil des Schädels ist sehr breit im Vergleich zu seiner Länge. Das Corpus sphenoideum anterius ist ziemlich lang und breit. Die Wurzeln der Ala parva sind sehr breit. Die Kommissuren der kleinen Flügel zum Siebtheil und den Parietalplatten sind vorhanden. Das Foramen spheno-ethmoideum ist relativ groß, von Gestalt eines Dreiecks mit abgerundeten Winkeln. Die Alae magnae berühren den hinteren Rand der Alae parvae, sind ziemlich dick und zeigen in der Seitenansicht eine S-förmige Krümmung. Nach hinten hat ihre Wurzel eine dünne knorpelige Verbindung mit dem vorderen Rande des Petrosum. Hinter der Sattellehne findet sich in der Achse des Occipitale basilare am Grunde eines von oben her sichtbaren Grübchens ein kleines Loch. Der obere Rand der einwurzeligen, sehr niedrigen Parietalplatte geht gleichmäßig in den oberen Rand der nur 2 mm hohen Squama occipitis über. Hinter der Wurzel der Seitenplatte befindet sich ein Interstitium petroso-occipitale. Das Foramen occipitale magnum hat eine sehr große Ausdehnung; dasselbe ist schwach längsoval nach Abzug einer eventuell vorhanden gewesenen Membrana reuniens superior. Das Foramen jugulare ist ebenfalls sehr groß. Je ein kleiner Knochenkern findet sich in der Pars basilaris, hier hinter dem vorerwähnten Grübchen, und in jeder Pars condyloidea des Hinterhaupts.

Das Primordialcranium von Manis (brachyura?).

Die Gestalt des ganzen Schädels ist sehr lang und schmal. Der Nasenrücken trägt eine tiefe Furche, welche auch an das vordere Ende des Septum narium sich fortsetzt, so dass die Nasenspitze zweigetheilt erscheint. — Es sei nachträglich bemerkt, dass beim Schwein ein ähnliches Verhalten stattfindet. — Die Siebbeinlabyrinthe sind ziemlich massig. Die kleinen Keilbeinflügel reichen nicht sehr weit zur Seite, weisen aber beide Kommissuren auf. Die Commissura orbito-parietalis ist sehr breit und geht unvermittelt in die ziemlich hohe Parietalplatte über, deren freier Rand in den oberen Rand des sehr weit in die Höhe reichenden Schuppentheils sich verliert. Primordial verknöchert ist der mediale Theil der Ala parva; der laterale Rand der Verknöcherung springt zugespitzt gegen den knorpeligen Theil vor. Der vor dem Sulcus opticus gelegene Theil des Corpus sphenoideum anterius ist bereits verknöchert im Zusammenhang mit den vorderen Wurzeln der kleinen Flügel. Das Corpus sphenoideum posterius enthält einen quadratischen, die ganze Breite einnehmenden Verknöcherungskern. Über die Form der Ala magna kann keine genauere Angabe gemacht werden; ein Ossifikationspunkt ist darin vorhanden. Pars basilaris und Partes condyloideae occipitis enthalten je einen Ossifikationspunkt. Die Verknöcherung in der Pars squamosa hat eine relativ große Ausdehnung. Die Deckknochen sind außerordentlich dick, so weit sie das Schädeldach bilden. Die Pterygoidea reichten sehr weit nach hinten und endeten mit einer Biegung um das vordere Ende der Schnecke.

Die hauptsächlichsten Ergebnisse, welche in den vorangehenden Darstellungen enthalten sind, werden sich in folgender Weise zusammenfassen lassen.

Der Primordialschädel ist in seinen Hauptbestandtheilen bei den verschiedenen Säugethierordnungen ziemlich gleichartig beschaffen. Derselbe ist nur im Occipitaltheil vollständig geschlossen, und zwar nur im hintersten Abschnitte; die seitliche und obere Bedeckung des Medullarrohres reducirt sich in der Richtung nach vorn immer mehr, so dass der vordere Theil der Regio petroso-occipitalis nur theilweise, bei einigen Thieren sogar sehr mangelhaft von oben her gedeckt wird, während in der Regio sphenoidalis so wie im hintersten Theile der Regio naso-ethmoidalis das Centralnervensystem eine Bedeckung nur von der Seite her, und auch hier theilweise nur unvollständig, erhält. Der größere vordere Theil der Nasensiebbeingegend fällt als zum Gesichtsschädel gehörig hier außer Betracht.

Wesentliche Unterschiede hinsichtlich des Umfanges der Schädelbedeckung finden sich bei den verschiedenen Ordnungen nur im Bereiche der Regio petroso-occipitalis, und werden hier von der Ausdehnung der Parietalplatten und der Höhe der Pars squamosa occipitis bedingt. Die Hinterhauptschuppe nun ist am höchsten beim Schuppenthier; relativ gleich hoch unter sich verglichen, aber niedriger als bei Manis, ist dieselbe beim Rinde, Schafe, Schweine, der Katze und dem Gürtelthier, sehr niedrig beim Bären und am niedrigsten beim Seehund. Hinsichtlich der Parietalplatten wird ein möglichst vollkommener Schluss hergestellt beim Schweine; in absteigender Linie folgen dann die Katze, das Schaf, das Gürtelthier, das Schuppenthier, der Bär; sehr gering ist die Bedeckung beim Seehund, am geringsten beim Rinde. Es ist hieraus ersichtlich, dass es unmöglich ist, die ursprünglich gehegte Ansicht zu begründen, dass innerhalb der Säugethierreihe mit fortschreitender Stammesentwicklung die Ausdehnung des knorpeligen Schädeldaches sich reducire; denn wir sehen die extremsten Gegensätze hinsichtlich der Parietalplatten gerade bei Thieren ein und derselben Ordnung, nämlich beim Schweine und Rinde, welche beide den Artiodactylen angehören; umgekehrt kommen sich Rind und Seehund, als Vertreter weiter von einander entfernter Ordnungen hinsichtlich der sehr geringen Ausbildung der Parietalplatten einander sehr nahe. Hinsichtlich der Höhe der Hinterhauptschuppe steht ein Edentate (Gürtelthier) neben einem Carnivoren (Katze). Es ist somit die ursprünglich gehegte Erwartung, dass die Flächenausdehnung des knorpeligen Schädeldaches, speciell der Parietalplatten, eine um so größere sein möchte, je tiefer ein Säugethier in der Reihe der übrigen Säugethiere steht, nicht in Erfüllung gegangen.

Möglicherweise sind jedoch all diese nicht erwarteten Verschiedenheiten und Ähnlichkeiten innerhalb der Säugethierreihe nur als Schwankungen einer Kurve zu betrachten, welche die Vollständigkeit des knorpeligen Primordialschädels in der Wirbelthierreihe versinnlicht. Diese Kurve würde ihren höchsten Punkt bei den niedersten Wirbelthieren haben, bei welchen ein vollständigeres, theilweise während der ganzen Lebensdauer bleibendes Chondrocranium vorhanden ist, und würde durch die folgenden Klassen hindurch abnehmen, bis sie beim Menschen, welcher nach einstimmiger Angabe der Autoren das am wenigsten entwickelte Chondrocranium besitzt, ihren tiefsten Stand erreicht. Wenn nun diese Kurve auch in einzelnen Abschnitten wieder Erhebungen zeigt, so würde sie doch als Ganzes betrachtet eine wenn auch nicht stetig fallende sein. Vielleicht geben weiter angestellte Forschungen die nöthigen Anhaltspunkte an die Hand, um in der allmählichen Reduktion des Primordialschädels durch die Wirbelthierreihe hindurch ein phylogenetisches Gesetz erblicken zu lassen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen will ich nun mit einigen entsprechenden Befunden früherer Beobachter, so wie mit den Angaben über das menschliche Primordialcranium zu vergleichen versuchen.

Spöndli, welcher den Primordialschädel des Schweines ausführlich beschrieb, macht bei der Vergleichung desselben mit dem einiger anderer Thiere folgende Bemerkung: »Die größte Ähnlichkeit zeigt sich bei der Maus, wo ebenfalls Parietalplatten und Fontanellen vorkommen; dagegen fehlen dieselben beim Schafe und Rinde in der ganzen Ausdehnung von hinten nach vorn, so dass der Schädel vom Siebtheile bis zum Hinterhauptstheile jeder Bedeckung ermangelt.« Da ich das Chondrocranium der Maus nicht untersuchte, so steht mir hierüber kein Urtheil zu; dagegen kann ich die Spöndli'sche Behauptung hinsichtlich der beiden anderen Thiere gestützt auf meine eigenen, im Vorausgehenden beschriebenen Untersuchungen nicht verfechten. Es wurde von mir gezeigt, dass die Parietalplatten beim Rinde wie beim Schafe, bei ersterem zwar in geringer, bei letzterem dagegen in schönster Ausbildung vorhanden sind. Vielleicht hat Spöndli selbst seit dem Jahre 1846, wo er seine Befunde veröffentlichte, bei weiteren Untersuchungen sich vom Vorhandensein der Parietalplatten beim Rinde und besonders beim Schafe überzeugt, ohne dass er das Ergebnis zur Kenntnis brachte, oder ohne dass eine eventuelle Nachricht hierüber zu meiner Kenntnis gelangte.

Ferner giebt Spöndli an, dass nur beim Menschen der untere Theil der Pars squamosa occipitis primordial verknöchere, dass der obere dagegen als Deckknochen entstehe, während beim Schweine, Rinde und Schafe auch der obere Theil knorpelig vorgebildet sei. Dies ist indess dahin zu berichtigen, dass beim Schwein gar kein dem oberen Theil der Squama occipitis des Menschen entsprechender Knochen (Interparietale) vorhanden ist, sondern dass hier die Pars squamosa von zwei in der Mittellinie bald verschmelzenden primordialen Knochenkernen aus entsteht, welche durchaus dem primordialen unteren Theile der menschlichen Squama entsprechen. Es ist ferner zu bemerken, dass beim Schafe sowohl wie beim Rinde der obere Theil der Squama occipitis, d. h. das Interparietale als Deckknochen mit paariger Anlage entsteht, und ich möchte an die oben bei der Beschreibung des Primordialschädels vom Rinde gemachte Bemerkung erinnern, dass nämlich bei der Maceration das die Hinterhauptsfontanelle verschließende häutige Gewebe stark aufquillt und fast das Aussehen von Knorpel bekommt; so wird es dann erklärlich, wie Spöndli das Interparietale als primordialen Knochen ansehen konnte.

Die Knorpelstreifen, welche Spöndli am unteren Rande des Septum narium unter dessen vorderer Hälfte beschreibt und welche er als »Gaumenfortsätze« bezeichnet — recurrent cartilages (Parker) — können, wie Schnittserien belehren, unmöglich etwas Anderes sein als die schon von Jacobson und anderen Autoren beobachteten knorpeligen Hüllen der Jacobson'schen Organe, oder die Jacobson'schen Knorpel (Kölliker). An einem Primordialschädel von 2,3 cm Länge (Schaf) ließ sich dieser Knorpel, der gewöhnlich an der Gaumenlamelle des Zwischenkiefers haften blieb, auch makroskopisch als halbcylindrische Rinne darstellen. Spöndli gebraucht beim Chondrocranium des Schweines den Ausdruck Ala parva nur für die mediale verknöcherte Hälfte der ganzen Ala parva und bezeichnet die laterale noch lange knorpelig bleibende Hälfte derselben sammt dem zur Lamina cribrosa ziehenden knorpeligen Verbindungsstreif, welch letzterer in der vorliegenden Abhandlung immer als Commissura orbito-ethmoidea bezeichnet ist, als »Frontalplatte«; beim menschlichen

Primordialcranium dagegegen begreift **Spöndli** und mit ihm **Kölliker**[1] auch den ganzen lateralen, später allerdings größtentheils verknöchernden Theil der knorpeligen Ala parva unter der Bezeichnung Ala parva, die Kommissur zur Lamina cribrosa dagegen als Frontalplatte. Übrigens muss ich hier ausdrücklich bemerken, dass diese Frontalplatte beim Menschen der Verbindungsbrücke zwischen Frontalplatte und Lamina cribrosa beim Schweine in so fern nicht ganz entspricht, als dieselbe hier an den vorderen, dort aber an den hinteren Winkel des lateralen Siebplattenrandes sich begiebt. Zur Verhütung von Missverständnissen habe ich daher die Bezeichnung »Frontalplatte« ganz vermieden und dafür an der Ala parva eine mediale verknöchernde und eine laterale lange knorpelig bleibende, später aber zu Grunde gehende Hälfte unterschieden, wie auch in der neueren Nomenclatur der vergleichenden Anatomie der Ausdruck »Orbitosphenoid« sowohl den knöchernen als den knorpeligen Antheil der fötalen Ala parva umfasst. Ferner wurde die Verbindungsbrücke zwischen Ala parva und Lamina cribrosa mit einem besonderen Namen belegt.

Einen knorpeligen Verbindungsstreif zwischen dem hinteren Rande der Ala magna und der Parietalplatte, welchen **Kölliker** beim menschlichen Chondrocranium vom 3. und 5. Monat beschreibt und abbildet, konnte ich bei den untersuchten Säugethieren in keinem Entwicklungsstadium finden. Zuweilen hatte es allerdings den Anschein, als bestände eine derartige Verbindung, dieselbe erwies sich aber bei mikroskopischer Betrachtung immer als bindegewebige Fortsetzung des knorpelig verbreiterten hinteren Wurzelrandes vom großen Keilbeinflügel. **Spöndli** bildet beim Menschen (5. Monat) dieselbe Verbindung ab, bezeichnet sie aber als »fibrös«. Beim Schweine könnte eine halbkreisförmige Ausbuchtung am unteren Rande der Parietalplatten dicht vor dem Petrosum, welche **Spöndli** beschreibt und abbildet, allenfalls als Rudiment einer derartigen knorpeligen Verbindung betrachtet werden. Ich konnte diese Ausbuchtung nicht finden.

Hannover (l. c.) stellt ebenfalls die Verbindung des vorderen Randes des kleinen Keilbeinflügels mit dem hinteren lateralen Winkel der Siebplatte am menschlichen Primordialcranium vom 4. Monat dar und bemerkt dazu, dass diese Verbindung auf verschiedene Weise zu Stande kommen könne; er zeichnet diese Verbindung rechtwinklig geknickt an der einen Schädelhälfte, an der anderen am Scheitel des rechten Winkels unterbrochen.

Ein Knorpelsaum an der Außenseite des Petrosum, welchen **Hannover** als den hinteren Theil des Tegmen tympani (pterotischer Wulst) beschreibt und abbildet, dessen vorderer Theil häutig gebildet werde, entspricht dem hintersten Abschnitt des von **Kölliker** beschriebenen knorpeligen Verbindungsstreifens zwischen Ala magna und Parietalplatte; die **Spöndli**sche Angabe würde somit durch den **Hannover**'schen Befund mit der Darstellung **Kölliker**'s hinsichtlich des menschlichen Primordialschädels vermittelt.

---

[1] A. **Kölliker**, Mikroskopische Anatomie 1850. — Entwicklungsgeschichte 1879. — Grundriss der Entwicklungsgeschichte 1880.

Dem Processus petroso-parietalis und Processus petroso-occipitalis **Hannover**'s beim Menschen würden bezüglich die hintere Wurzel der Parietalplatte beim Rinde und das hinterste Ende der Parietalplatte entsprechen.

Hannover giebt ferner an, dass er den Processus petroso-parietalis auch beim Schafe gefunden habe, wo er auch nicht höher hinaufreiche als beim Menschen. Die Gestalt des Fortsatzes wird nicht näher beschrieben, doch scheint sie eben so zugespitzt gefunden worden zu sein, wie dies die Abbildung beim Menschen zeigt. Auch beim Schwein sei dieser Fortsatz vorhanden und ende mit einer nach vorn gebogenen Spitze. Ich muss gestehen, dass mir die Beschreibung des Fortsatzes bei den beiden genannten Thieren nicht recht verständlich geworden ist. Es kann aber offenbar nichts Anderes darunter verstanden werden als ein Rudiment der Parietalplatte, das, wie es scheint, nur an je einem Embryo gefunden wurde.

Parker[1] thut der Parietalplatte als eines besonderen Gebildes nicht Erwähnung und hält beim Schweine, wie aus seinen nach Frontalschnitten angefertigten Abbildungen[2] hervorgeht, die knorpelige seitliche Bedekkung des Schädels, welche sich über der Schnecke und der Paukenhöhle befindet, für das Supraoccipitale (Occipitale superius, Pars squamosa occipitis), während diese Knorpelplatten weder ihrer Form noch ihrer Lage nach der knorpeligen Squama occipitalis zugerechnet werden können. Abweichend von diesem Befunde **Parker**'s zeigt eine Abbildung der Innenfläche eines sagittal durchschnittenen Schädels von 1,7 cm Länge[3] — berechnet aus der 5fachen Vergrößerung der 8,5 cm langen Zeichnung — den vollständigen Mangel der Parietalplatten. Die Orbitosphenoide enden hier zugespitzt nach hinten und zwischen ihnen und der wirklichen Squama occipitis ist der Knorpel unterbrochen. Im Gegensatze hierzu fand ich an genau gleich großen Schädeln von Schweinsembryonen wiederholt die kontinuirliche Fortsetzung des Orbitosphenoids durch Vermittelung der Commissura orbito-parietalis und der Parietalplatte in die Hinterhauptschuppe und ich sehe diese Thatsache auch durch meine Schnittserie bestätigt. Die Existenz der Parietalplatte beim Schweine im angegebenen Entwicklungsstadium kann also nicht geleugnet werden, zumal **Parker**, wie oben erwähnt wurde, bei seinen Frontalschnitten diesen fraglichen Knorpel selbst fand, irrthümlicherweise aber als Supraoccipitalknorpel deutet. Da die Befunde **Parker**'s, welche er makroskopisch durch Entfernung des Gehirns und der Dura an einem sagittal durchschnittenen Schädel machte, mit seinen eigenen Beobachtungen an frontal angelegten Schnittserien in Widerspruch stehen, indem er hier Knorpel richtig abbildet, welcher dort fehlen soll, so können nur die zwei Möglichkeiten obwalten, dass bei der makroskopischen Präparation die Dura entweder an der fraglichen Stelle innen auf dem Knorpel sitzen blieb, oder dass mit der Dura die Parietalplatte herausgerissen wurde; letzteres ist wahrscheinlicher. Es ist nur zu verwundern, dass **Parker** den Widerspruch seiner eigenen Angaben, der so augenfällig ist, nicht selbst inne ward. In einem späteren Stadium, dem 6. Stadium **Parker**'s, sind allerdings die Parietalplatten so wie ihr Übergang in die Orbitosphenoide, eben so die Commissura orbito-ethmoidea bis auf kleine Reste ganz geschwunden, die Orbitosphenoide aber nur zum Theil, wie **Parker** richtig darstellt (Tab. XXXV, Fig. III und IV).

---

[1] Morphol. des Schädels. 1879. [2] Phil. Transact. 1874. Tab. XXXII, Fig. VI u. X.

[3] Phil. Transact. 1874. Tab. XXXIII, Fig. III.

Noch in einem Punkte sehe ich mich genöthigt den Angaben von **Parker** und **Bettany**[1] entgegenzutreten. Es wird nämlich behauptet, dass bei den Widerkäuern im Basisphenoid (Corpus sphenoideum posterius) keine selbständige Ossifikation auftrete, sondern dass dieser Schädeltheil von den Alisphenoiden (Alae magnae) aus verknöchere. Dem ist entschieden nicht so, indem meine sämmtlichen Präparate vom Rinde und Schafe in nicht zu jungen Stadien unverkennbare Knochenkerne am Grunde der Sella turcica aufweisen. Nur die Betrachtung von Primordialschädeln der jüngeren Stadien, wo der etwas spät auftretende Knochenkern im Basisphenoid noch nicht vorhanden ist, kann die genannten Forscher zu jener negirenden Behauptung veranlasst haben.

Es mögen hier noch einige Beobachtungen, welche, wenn auch nicht in den engeren Rahmen der gestellten Aufgabe gehörig, doch vielleicht einiges Interesse bieten, als Notizen Platz finden. Dieselben können bereits Bekanntes vielleicht bestätigen, vielleicht auch Unbeachtetes hervorheben.

Betreffs der primordialen Knochencentra wurde durchgängig die Wahrnehmung gemacht, dass dieselben oft an der Innenfläche des Schädels deutlich zu sehen sind, während man an der Außenfläche noch keine Spur davon entdecken kann. Es geht daraus hervor, dass die primordialen Knochenkerne immer der inneren Fläche des Primordialschädels näher, wenn nicht in dieser selbst liegen.

---

[1] Morphologie des Schädels. § 683.

Der knorpelige Primordialschädel ist an seiner äußeren und inneren Fläche von einer dünnen, ziemlich fest haftenden Bindegewebsschicht überzogen, einem Perichondrium externum und internum. Beide Bindegewebsplatten verschmelzen am freien Rande der platten seitlichen Theile zu einer Platte, welche dem Knorpelrande noch fester anhaftend die unvollständige knorpelige Schädelkapsel häutig ergänzt. Dies geschieht zum Theil nach oben durch Bildung eines Schädeldaches, zum Theil nach unten und seitlich durch Ausfüllung größerer Lücken (Foramen spheno-ethmoideum und Foramen spheno-parietale). Dem äußeren Perichondrium so wie der aus beiden Perichondrien entstandenen Bindegewebsdecke liegen unter Zwischenlagerung lockeren Gewebes die Belegknochen von außen auf. Dieses lockere Gewebe bleibt beim Ablösen entwickelterer und ein Ganzes bildender Deckknochen an der Innenfläche derselben hängen und lässt sich von diesen als inneres Periost abziehen. Das innere Periost vereinigt sich an den Rändern der Deckknochen mit dem äußeren Periost. Zwischen angrenzenden Belegknochen, z. B. am Scheitel zwischen den beiderseitigen Scheitelbeinen, werden die Perioständer in der ganzen Dicke der Knochen durch derberes Gewebe verbunden, welch letzteres bei der Maceration stark aufquillt und fast ein knorpelähnliches Aussehen bekommt (cf. die Interparietalgegend beim Rinde).

Interessant ist bei entwickelteren Schädeln die Lage des knorpeligen lateralen Theiles der Ala parva so wie der Commissura orbito-ethmoidea zwischen zwei Lamellen der Pars orbitalis des Stirnbeins. Was diese Knorpeltheile betrifft, so könnte man ihr Verschwinden wohl am besten durch eine vom Drucke des wachsenden Knochens bedingte Atrophie erklären. Der Knorpel, welcher bisher dem Größerwerden des ganzen Schädels entsprechend mitgewachsen war, wird in seinem Wachsthum durch die immer massiger werdenden Knochen gehindert und muss gewissermaßen im Kampf ums Dasein seinem stärkeren Rivalen, dem Knochen, weichen. Durch Druck des Knochens auf die Ränder des Knorpels wird die Ernährungsflüssigkeit von den äußersten Zonen zurückgedrängt und auf diese Weise kommt eine allmähliche koncentrische Atrophie zu Stande. Als Ausdruck der Wachsthumstendenz der knorpeligen Reste des Primordialschädels könnte auch die fast konstante Krümmung der Nasenscheidewand beim Menschen zu betrachten sein. Bekanntlich bleibt die Nasengegend sehr lange knorpelig. Indem sich nun die noch knorpelige Nasenscheidewand mit ihrem oberen und unteren Rand gegen das knöcherne Dach und den knöchernen Boden der Nasenhöhle stützt, muss bei kräftigem Flächenwachsthum des Scheidewandknorpels auch eine Flächenkrümmung desselben stattfinden, um so leichter in den Gegenden, wo seitlich keine Knochen aufliegen. Diese Krümmung kann auch durch nachfolgende theilweise Verknöcherung (Lamina perpendicularis des Siebbeins) fixirt werden.

Die Meckel'schen Knorpel zeigten manches Bemerkenswerthe. Beim Rinde, Schafe, Schweine, vielleicht auch bei anderen Säugethieren, verdicken sich dieselben an ihren vorderen Enden, legen sich dann beiderseits mit abgeschrägten Flächen an einander und verschmelzen zu einer unpaaren Spitze, welche über die vorderen Enden der Unterkieferhälften frei herausragt. Einmal fand ich am Meckel'schen Knorpel des Rindes circa 1 cm hinter der Spitze auf jeder Seite eine ungefähr 1 mm lange Verknöcherungszone. Die Meckel'schen Knorpel zeigen oft wellige Biegungen. Bei einem Schweinsembryo (Kopflänge 2,0 cm) bildete der Knorpel beiderseits in seiner mittleren Gegend eine stark gebogene Wellenlinie mit zwei Wellenbergen und eben so vielen Thälern. Diese Krümmungen lagen in Vertikalebenen. — Das Interstitium petroso-parietale bezüglich petroso-occipitale zeigte sich in einigen Fällen mit geronnenem Blute erfüllt. Das Blutgerinnsel setzte sich in den Sinus transversus der Dura fort, so dass also die Interstitien den Werth von Emissarien haben, entsprechend dem Foramen mastoideum (occipito-mastoideum). Dieser Befund bestätigte sich ebenfalls an Serienschnitten.

Das Foramen spheno-parietale, welches in späterem Alter, aber auch schon bei Embryonen mit gut entwickelten Deckknochen (Vergrößerung der Ala magna, Squamosum, Parietale) von außen her geschlossen wird, zeigt sich an macerirten erwachsenen Schädeln einiger Nager so wie eines Insektivoren in größerem oder geringerem Umfange erhalten. So zeigt es sich sehr deutlich als Rest in dem halbmondförmigen Ausschnitt zwischen dem posttympanischen Sporn des Squamosum und dem vorderen Schenkel der Bulla ossea an den skelettirten Schädeln von der Ratte und der Maus. Am Schädel einer Waldmaus findet sich auch noch ein gut erhaltenes Interstitium petroso-occipitale neben einem Foramen mastoideum. Bei einem der Insektivoren, bei der Spitzmaus, findet sich an der Basis des knöchernen Schädels eine große dreieckige Lücke hinter dem weit nach vorn gerückten Alisphenoid. Diese Lücke entspricht ganz dem vergrößerten hinteren Abschnitt des Foramen spheno-parietale. Bei anderen Insektenfressern fehlt diese Lücke in der Schädelbasis. In der Regio occipito-mastoidea finden sich dagegen beim Maulwurf einige unregelmäßig begrenzte Lücken.

Zur Wirbeltheorie des Schädels.

Die Untersuchungen über die Primordialschädel von Wirbelthieren haben in einer Hinsicht ein besonderes Interesse, da sie zur Lösung einer viel ventilirten Frage, der sogenannten Wirbeltheorie des Schädels die

Mittel an die Hand zu geben scheinen. Dessen ungeachtet sind die Ergebnisse dieser Arbeit, wie ich zu zeigen versuchen will, wenig geeignet, hierzu einen neuen Beitrag zu liefern, da man nach vielen Misserfolgen in neuerer Zeit diese Frage von einer anderen Seite aus in fruchtbarerer Weise in Angriff genommen hat.

Genannte Theorie, von **Goethe** 1792 zuerst angeregt, von **Oken** aber 1807 weiter ausgebildet, beschäftigt sich bekanntlich mit der Frage, ob der Schädel nicht eine modificirte Fortsetzung der Wirbelsäule sei. Die diesbezüglichen Betrachtungen wurden zuerst an fertig ausgebildeten Schädeln von Säugethieren angestellt, und die willkürlich angenommenen Wirbel mit den Sinnesorganen in Beziehung gebracht. So unterschied **Oken** vier Wirbel, einen Ohr-, Kiefer-, Augen-, Nasenwirbel. Bezüglich der Gesichtsknochen machte **Oken** sehr weitgehende Schlüsse, welche nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft sich gänzlich haltlos erwiesen haben. Die neue Idee fand Beifall, allein über die Zahl der Schädelwirbel konnte keine Übereinstimmung unter ihren Anhängern zu Stande gebracht werden. Von entwicklungsgeschichtlichem Standpunkte aus machte zuerst **Reichert** darauf aufmerksam, dass weder im häutigen noch im knorpeligen Zustande des Schädels eine Sonderung in Wirbel vorhanden sei und dass erst durch die eintretende Verknöcherung eine Segmentirung angedeutet werde. Die Wirbeltheorie hat ferner **Rathke** dadurch besonders gefördert, dass er das Vorhandensein der Chorda dorsalis im Schädel betonte und zeigte, dass die einzelnen Schädelabschnitte, wenn auch nicht wirklich von einander geschieden, wie die Wirbel des Rumpfes, doch wie diese aus den Seitentheilen der Chordascheide und dem vorderen Ende derselben entstehen; **Rathke** unterschied vier Schädelwirbel, deren Körper bezüglich durch die Pars basilaris occipitis, das Corpus sphenoideum posterius, das Corpus sphenoideum anterius und das Siebbein, und deren Bögen durch die seitlich und nach oben sich anschließenden Theile des Schädels repräsentirt werden. Diese Schädelwirbel verlieren in der Richtung nach vorn immer mehr den Charakter eines Wirbels. Der **Rathke**'schen Eintheilung schloss sich auch **Spöndli** an; letzterer vergleicht den ersten und zweiten Kiemenbogen mit Rippen.

Kölliker erachtet eine Vergleichung der Schädelabschnitte mit Wirbeln nur dann als zulässig, wenn primordialer Knochen mit primordialem Knochen verglichen wird, verwirft dagegen eine Gleichstellung der das Schädeldach bildenden Deckknochen mit den primordial verknöchernden Wirbelbögen.

Es hat auch nicht an Gegnern der Schädelwirbeltheorie gefehlt, und wenn dieselben auch die Ähnlichkeit des hinteren chordahaltigen Schädeltheiles mit Wirbeln anerkennen mussten, so konnten sie doch immer den

Einwand machen, dass der vordere Schädeltheil der Chorda entbehre, und daher mit Wirbeln, welche immer einen Chordarest einschließen, nicht vergleichbar sei. Die Entdeckung von Anschwellungen der Rückensaite im Spheno-occipital-Theil gab der Theorie eine neue Stütze; denn wenn auch im Primordialschädel eine Metamerenbildung nicht wirklich stattfindet, so scheint dieselbe doch durch die Chordaanschwellungen im Basilartheile angedeutet. Allein es konnte auch so die Frage nicht endgültig gelöst werden, da die Angaben über die Zahl der Anschwellungen verschieden lauteten.

Es nimmt nämlich **Kölliker** im chordahaltigen Theil des Chondrocranium auf Grund der Chordaverbreiterungen drei Wirbel an, welche aber bei der Verknöcherung sich auf zwei, einen occipitalen und einen sphenoidalen reduciren, und durch die einem Ligamentum intervertebrale gleichwerthige Synchondrosis spheno-occipitalis getrennt werden. Hinsichtlich des prävertebralen Schädeltheils hebt **Kölliker** hervor, dass derselbe anfänglich sehr klein sei und durch Wucherung des die Chorda umgebenden Gewebes sich bilde. Durch die Ausbildung des Gehirns werde dieser Schädeltheil veranlasst, sehr stark zu wachsen, und könne daher dennoch als vorderes Ende der Wirbelsäule betrachtet werden.

Hannover nimmt den Occipitaltheil als Doppelwirbel und den ganzen prävertebralen Theil, wozu er auch das hintere Keilbein rechnet, als zweiten Schädelwirbel.

Auf einem ganz anderen Wege suchten **Huxley** und besonders **Gegenbaur** der Frage über die Wirbeltheorie des Schädels näher zu treten, ausgehend von dem richtigen Gedanken, dass nur die Erforschung des Schädels niederer Wirbelthiere einen klaren Einblick in die Wirbeltheorie verschaffen könne. Es wurden nun auch die Gehirnnerven mit Spinalnerven verglichen und die Visceralbogen in Rechnung gezogen. Es ergab sich hierbei, dass selbst bei niederen Wirbelthieren keine Metamerenbildung durchgeführt, sondern nur eine Andeutung davon vorhanden sei; gleichzeitig wurde aber auch gefunden, dass die Anzahl der Schädelwirbel ursprünglich eine viel größere, mindestens 9 bis 10 gewesen sein müsse; es müsse aber auch die Zeit, wo der Wirbelthierschädel aus gesonderten Wirbeln bestanden hat, sehr weit zurückliegen von der Zeit, zu welcher der Schädel der uns bekannten niedersten Wirbelthiere zu Stande kam.

Ferner hat **Ph. Stöhr** durch ontogenetische Untersuchungen den Nachweis geliefert, dass der Schädel von Urodelenlarven um den Occipitaltheil kürzer ist, und dass in dieser Zeit der Occipitaltheil vollkommen mit einem Wirbel übereinstimmt und eben so gut als erster Rumpfwirbel angesprochen werden kann; erst in einem späteren Entwicklungsstadium verwächst dieses Gebilde mit dem übrigen Schädel. Auf weitere entwicklungsgeschichtliche so wie vergleichend-anatomische Thatsachen gestützt kommt Stöhr[1] ferner zu dem Schluss, dass eine derartige Vergrößerung des Schädels auf Kosten der Wirbelsäule sich in der Stammesgeschichte noch fortwährend vollzieht, dass also der Schädel in stetem caudalen Vorrücken begriffen ist.

Wir sehen also, dass die Wirbeltheorie des Schädels, welche von der Betrachtung erwachsener Schädel von höchst entwickelten Thieren ihren Ausgang nahm, ursprünglich nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit besaß ohne tiefere wissenschaftliche Bedeutung. Wesentlich gefördert wurde diese Theorie durch entwicklungsgeschichtliche Studien. Hier zeigte sich, dass der Schädel gleich der Wirbelsäule Anfangs häutig angelegt sei und dass beide in diesem Zustande Theile des Centralnervensystems vollständig umhüllen. Beide, Schädel wie Wirbelsäule nehmen ihren Ursprung aus dem die Chorda umgebenden Blastem und nur der vorderste kleinste Schädeltheil entsteht vor der Chorda, jedoch im Zusammenhang mit deren Scheide. Aber schon während der weiteren Entwicklung des häutigen Stadiums weichen Schädel und Wirbelsäule von einander ab, indem diese äußerlich sich gliedert, während jener ungegliedert bleibt und nur im Innern durch das Auftreten der Chordaverbreiterungen eine möglicherweise versuchte aber nicht durchgeführte Segmentirung erkennen lässt; zugleich nimmt der prächordale Theil des Schädels bedeutend an Größe zu. Im knorpeligen Zustande bleibt die Wirbelsäule gegliedert, der Schädel dagegen ist ungegliedert. Beide umschließen Anfangs das Medullarrohr nur von unten und von der Seite durch einen unvollständigen Knorpelbogen, welcher durch häutige Bildungen vervollständigt wird. Während aber an der Wirbelsäule die knorpeligen Bögen sich später zu einem geschlossenen Knorpelring vereinigen, geschieht dies beim Schädel nur im hintersten Abschnitt; nach vorn zu nimmt der Knorpel in immer geringerem Grade an der Umhüllung des Gehirns Antheil. Während der Verknöcherung nähern sich beide scheinbar wieder, indem nun der Schädel durch das Auftreten bestimmter Knochenpunkte eine gewisse äußere Segmentirung zeigt; allein es kann ein so gebildetes Schädelsegment mehrere der ursprünglich durch die Chordaanschwellungen angedeuteten Segmente umfassen. Im Corpus sphenoideum anterius, welches dem prächordalen Schädeltheil angehört, tritt bereits kein selbständiger axialer Ossifikationspunkt mehr auf, welcher dem Verknöcherungscentrum der Wirbelkörper zu vergleichen wäre. Es schließt sich auch der Schädel gleich der Wirbelsäule von oben her durch Knochen, allein bei den Wirbeln geht der Knochen auch in den oberen Schlussstücken aus Knorpel hervor, beim Schädel aber entstehen die Schlussstücke in eigenthümlicher Weise aus häutigem Blastem. Die ontogenetische Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule liefert also viele Berührungspunkte zwischen beiden, welche auf eine homologe Anlage des Schädels mit den Rumpfwirbeln hinweisen; gleichzeitig zeigen sich aber auch die graduellen Unterschiede in der Vervollkommnung der Ausbildung. Aber diese Betrachtungsweise versagt den Dienst, wenn wir mit nur einiger Annäherung die Zahl der Wirbel angeben sollen, welche zum Aufbau des Schädels verwendet wurden. Hat uns ja doch der Occipitaltheil des Schädels höherer Wirbelthiere, welchem selbst die Gegner der Wirbeltheorie die größte Ähnlichkeit mit einem Wirbel zugestehen, deutlich gezeigt, dass er nicht einem, sondern mindestens zwei Wirbeln entspricht, da zwei Chordaanschwellungen in ihm nachgewiesen werden konnten. Dagegen haben phylogenetische Forschungen ergeben, dass die Chorda bei den niedersten Wirbelthieren im Schädel zwar anzutreffen sei, dass aber nirgends eine wirkliche Metamerenbildung stattfindet; die Andeutungen einer solchen lassen aber auf viel mehr Schädelwirbel schon bei den niedersten Wirbelthieren schließen, als bei den höchsten bisher angenommen wurden, und da sich gezeigt hat, dass die hintersten Theile des Schädels bei höheren Thieren den ersten Wirbeln bei niederen Thieren homolog sind, so muss daraus gefolgert werden, dass die Zahl der Schädelwirbel höherer Thiere eine noch viel größere sein müsse als bei niederen Thieren.

---

[1] Philipp Stöhr, Zur Entwicklungsgeschichte des Anurenschädels. Diese Zeitschr. XXXVI. Bd. p. 68.

Es steht zu erwarten, dass durch fortgesetzte Untersuchungen in dieser Weise die Verhältnisse zwischen Wirbeln und Schädel noch besser präcisirt werden, und dass vielleicht auch die Gegensätze zwischen dem chordalen und prächordalen Theil des Schädels eine befriedigende Lösung finden.

Würzburg, im Oktober 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Die Buchstaben- und Ziffernbezeichnungen sind in allen Figuren die gleichen; ihre Erklärung folgt weiter unten.

Tafel IX.

Fig. 1. Obere Ansicht eines Primordialschädels vom Rinde. Natürliche Größe, 4,5 cm lang. Die Pars squamosa occipitis ist stark nach ab- und vorwärts gedrängt, um eine bessere Flächenansicht von derselben zu erhalten.

Fig. 2. Linke Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 3. Untere Ansicht desselben Schädels. Zungenbein mit Griffelfortsatz nach rückwärts umgeschlagen. Vorderes Nasenende etwas nach abwärts gebogen.

Fig. 4. Obere Ansicht eines Primordialschädels vom Schafe. Natürliche Größe, 3,4 cm lang.

Fig. 5. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 6. Untere Ansicht desselben Schädels. Zungenbein und Griffelfortsatz weggelassen.

Fig. 7. Obere Ansicht der vorderen Hälfte eines Primordialschädels vom Schafe. Dreimalige Vergrößerung. Natürliche Länge des ganzen Schädels = 2,2 cm. Entwicklung der Lamina cribrosa. Ala parva noch ganz knorpelig.

Fig. 8. Obere Ansicht der vorderen Hälfte eines Primordialschädels vom Schafe. Ungefähr 1½malige Vergrößerung. Länge des ganzen Schädels = 6,0 cm. Medialer Theil der ursprünglich knorpeligen Ala parva so wie das Corpus sphenoideum anterius bereits ganz verknöchert.

Fig. 9. Obere Ansicht eines Primordialschädels vom Schweine. Natürl. Größe, 2,1 cm lang.

Fig. 10. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 11. Untere Ansicht desselben Schädels. Durch das Foramen occipitale magnum wird ein Theil der Innenfläche der Parietalplatten sichtbar.

Fig. 12. Obere Ansicht der vorderen zwei Drittel desselben Schädels. Vergrößerung = 2.

Fig. 13. Obere Ansicht der vorderen Hälfte eines Primordialschädels vom Schweine. Commissura orbito-ethmoidea von hinten her in Rückbildung begriffen. Lateraler Theil der Ala parva im Schwinden begriffen. Medialer Theil nebst Corpus sphenoideum anterius bereits verknöchert. Ungefähr 1½malige Vergrößerung. Natürliche Länge des ganzen Schädels 5,2 cm.

Fig. 14. Obere Ansicht eines Primordialschädels von der Katze. Natürl. Größe, 2,0 cm lang.

Fig. 15. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 16. Untere Ansicht desselben Schädels.

Fig. 17. Obere Ansicht der vorderen zwei Drittel desselben Schädels. Vergrößerung = 2.

Fig. 18. Obere Ansicht eines Primordialschädels von einem Gürtelthier. Natürliche Größe, 1,9 cm lang.

Fig. 19. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 20. Untere Ansicht desselben Schädels.

Fig. 21. Obere Ansicht der vorderen zwei Drittel desselben Schädels. Vergrößerung = 2.

Fig. 22. Obere schematische Ansicht eines Primordialschädels von einem Schuppenthier. Vergrößerung nahezu = 2. Natürliche Länge = 2,0 cm.

Erklärung der Buchstaben und Ziffern.

a, Nasenrücken;

b, Nasenscheidewand einschließlich der Lamina perpendicularis des Siebbeins;

c, Seitentheile der Nase;

c', untere Muschel;

d, Fortsatz (Appendix alae nasi) der Seitentheile zur Nasenscheidewand;

e, Jacobson'sche Knorpel;

f, Nasenloch;

g, Siebbeinlabyrinth;

g', Processus uncinatus;

h, Lamina cribrosa;
h', Crista galli;
i, knöcherner Fortsatz an der unteren Fläche der Ala parva;
k, Corpus sphenoideum anterius;
k', Synchondrosis intersphenoidea;
l, Ala parva, nicht verknöchernder Theil;
l', Ala parva, verknöchernder Theil;
m, Commissura orbito-ethmoidea;
m', Andeutung derselben beim Schafe;
m'', Rest derselben beim Schweine (späteres Stadium);
n, Commissura orbito-parietalis;
o, Corpus sphenoideum posterius;
p, Ala magna;
q, Processus pterygoideus;
r, Petrosum;
s, Processus styloideus;
t, Processus paroccipitalis;
u, Parietalplatte;
v, Pars squamosa occipitis;
w, Pars condyloidea occipitis;
w', Processus condyloideus;
x, Pars basilaris occipitis;
y, Tegmen tympani;
z, Zungenbein;
1, Foramen spheno-ethmoideum;
1', Incisura spheno-ethmoidea beim Schafe;
2, Foramen opticum;
3, Foramen ovale;
3', Foramen spinosum;
4, Foramen caroticum;
5, Foramen spheno-parietale;
6, Meatus auditorius internus;
7, Fenestra rotunda;
8, Fenestra ovalis;
9, Interstitium petroso-parietale;
10, Interstitium petroso-occipitale;
11, Foramen condyloideum;
12, Foramen occipitale magnum;
13, Foramen jugulare.

Über Coelenteraten der Südsee.

Von

Dr. **R. v. Lendenfeld** in Melbourne.

II. Mittheilung.

Neue Aplysinidae.

Mit Tafel X—XIII und einem Holzschnitt.

Unter den Hornschwämmen, welche selbstgebildeter Kieselnadeln entbehren, zeichnet sich eine Reihe von Formen dadurch aus, dass ihre Hornfasern aus verhältnismäßig dünnwandigen markerfüllten Hornröhren bestehen. Carter[1] hält diese Eigenthümlichkeit für so wichtig, dass er eine eigene Ordnung für diese Schwämme geschaffen hat. Diese Ordnung der Ceratina charakterisirt er folgendermaßen: »Possessing a sceleton composed of horny fibre, with a granular, chiefly hollow core, containing for the most part no foreign bodies.« F. E. Schulze[2] hat sich der Mühe unterzogen die Spongien mit dickmarkigen Hornfasern, welche von verschiedenen Autoren beschrieben worden sind, zusammenzustellen.

Dieser Forscher, welcher die Carter'schen Ceratinagattungen und die später von Hyatt[3] zu seinen »hollowfibred« Aplysinae (Unterordnung der Keratosa Hyatt) gerechneten Spongien zusammenstellt, vereinigt alle diese mit noch anderen später beschriebenen Formen in eine Familie: die Aplysinidae. Von den zwanzig von Schulze anerkannten Arten sind aber nur diejenigen auf den feineren Bau des Weichkörpers hin untersucht worden, welche Schulze selbst zu Gebote standen. Die große, ja fast ausschließliche, Bedeutung, welche dem Weichkörper bei der Erforschung der verwandtschaftlichen Beziehungen dieser Spongien zukommt, machen die Erkenntnis der Anordnung aller dieser zwanzig Arten im Stammbaum der Aplysinidae unmöglich, weil eben die Engländer und Amerikaner ein nur geringes Gewicht auf den Bau des Weichkörpers legten. Außer Aplysina aërophoba, welche Schulze erschöpfend bearbeitet hat, und durch deren genaue Beschreibung er zugleich den O. Schmidt'schen[1] Gattungsbegriff Aplysina näher präcisirte, hat er den fünf älteren Gattungen noch die Gattung Aplysilla[2] hinzugefügt.

---

[1] H. J. Carter, Notes introductory to the study and classification of Spongidae. Annals and Magazine of natural history. IV. Serie. Bd. XVI.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschrift. Bd. XXX.

[3] Alpheus Hyatt, Revision of the North American Poriferae, with remarks upon foreign species. Memoirs of the Boston Society of natural History. Vol. II. part. 4. No. 2. p. 399.

Aplysilla unterscheidet sich von Aplysina so wesentlich, dass ich es für gerechtfertigt halte, für die Gattung Aplysilla, welcher die drei hier zu beschreibenden südaustralischen Spongien nahe stehen, eine eigene Unterfamilie, die Aplysillinae, innerhalb der Familie der Aplysinidae aufzustellen. Die Unterschiede zwischen Aplysina und Aplysilla sind eben so groß, wenn nicht noch bedeutender, wie zwischen Spongelia und den Spongidae. Es repräsentirt Aplysilla gewissermaßen Spongelia, während Aplysina mit Euspongia in einigen wesentlichen Eigenthümlichkeiten übereinstimmt.

O. Schmidt[3] definirt die Gattung Aplysina folgendermaßen: »Ceraospongiae carnosae, uno genere fibrarum praeditae. Fibrae in cali caustico non solubiles, mediocriter elasticae, non homogenae, cortice substantiae mollioris axin involvente.« Eben da berichtet O. Schmidt, dass bei Aplysina aërophoba »die weiche, das Horngewebe ausfüllende Substanz größtentheils aus einer gelblichen, krümeligen Masse und einer weißlichen molekularen Grundlage« besteht. F. E. Schulze beschreibt den feineren Bau des Weichkörpers. Die Geißelkammern sind rundlich birnförmig und klein und es sind in der Gallerte zwischen denselben sehr zahlreiche, stark lichtbrechende Körnchen eingebettet. Das Skelett besteht aus einem Netze von Hornfasern und die Subdermalräume sind nicht groß. Wir sehen hier, was die Geißelkammern und ihre Zwischensubstanz anbelangt, eine Ähnlichkeit von Aplysina und den Spongidae[4]. Dem entgegen besitzt Aplysilla größere sackförmige Geißelkammern. Die Grundsubstanz zwischen denselben ist körnchenfrei. Das Skelett besteht aus einzelnen, schwach baumförmig oder hirschgeweihartig verzweigten nicht anastomosirenden Hornzapfen und die Subdermalräume sind größer. Wir finden hier eine Übereinstimmung mit Spongelia [1] im Baue der Geißelkammern und ihrer Umgebung.

---

[1] O. Schmidt, Spongien des adriatischen Meeres. p. 25.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 404.

[3] O. Schmidt, Die Spongien des adriatischen Meeres. p. 25.

[4] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Spongidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXII.

Außer den zwei von ihm in der Adria entdeckten Arten, der Aplysilla sulfurea und rosea, hält Schulze es für wahrscheinlich, dass auch einige andere Spongien in die Gattung Aplysilla gehören. Barrois [2] beschrieb eine rosenrothe Schwammkruste von St. Vaast als Verongia rosea und Carter [3] krapprothe und gelbliche Krusten von den Shetlands-Inseln unter dem Namen Aplysina naevus und Aplysina incrustans. Es ist wahrscheinlich, dass diese drei mit den von Schulze beschriebenen Arten identisch sind.

Selenka [4] beschrieb unter dem Namen Spongelia cactos einen Schwamm aus der Bassstraße, welchen Schulze untersuchte und für eine Aplysilla erklärte [5]. Das einzige Exemplar unterscheidet sich jedoch wesentlich von den übrigen Aplysilla-Arten dadurch, dass es nicht krustenförmig, sondern einem gestielten Taubeneie ähnlich ist, ich halte diesen Schwamm für identisch mit einem der unten zu beschreibenden, und werde bei dieser Gelegenheit auf denselben zurückkommen.

Ob die Gattungen Dendrospongia Hyatt, Darwinella Fr. Müller und Janthella Gray mit Aplysilla in nähere Beziehung zu bringen seien, lässt sich nicht entscheiden, ich halte es jedoch nicht für unwahrscheinlich, dass diese drei meiner Unterfamilie der Aplysillinae einzuverleiben sind. Da von allen diesen der Weichkörper nicht genau beschrieben worden ist, hat Schulze mit Recht sich jeder Äußerung ihrer Verwandtschaftsverhältnisse enthalten.

Von den zahlreichen, noch unbeschriebenen Hornschwämmen, welche ich an der Südküste Australiens gefunden habe, und von den massenhaften Hornschwammskeletten, welche nach jedem Sturme am Strande ausgeworfen werden, gehören einige in die Familie der Aplysinidae.

Einige der Skelette sind Janthella-ähnlich, während andere Schwämmen angehört haben dürften, welche zur Gattung Aplysina gehören.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Gattung Spongelia. Diese Zeitschr. Bd. XXXII.

[2] Barrois, Embryology des quelques éponges de la Manche. Annales des sciences naturelles. Zoologie 1876.

[3] H. J. Carter, Annals and Magazine of natural history. IV. Ser. Bd. XVIII.

[4] E. Selenka, Über neue Schwämme aus der Südsee. Diese Zeitschr. Bd. XVII. p. 566. Taf. XXXV.

[5] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 417.

Lebend erhielt ich drei verschiedene Arten, von denen die eine eine echte krustenförmige Aplysilla ist, während ich für die beiden anderen eine neue Gattung, Dendrilla, aufstelle. Diese beiden Gattungen vereinige ich in der Unterfamilie der Aplysillinae. Ich werde zunächst die neue Aplysilla-Art beschreiben.

Aplysilla violacea nov. spec.

Von der Ebbegrenze hinab, bis zu einer Tiefe von 3 Meter sind fast alle felsigen Theile des Meeresbodens einiger Häfen von Südaustralien von tief violettschwarzen Krusten bedeckt. Diese Krusten haben ein seitlich unbegrenztes Wachsthum und dazu noch die Fähigkeit an ihren Rändern zu verschmelzen, wenn getrennte Randpartien an einander stoßen. Zwar finden sich solche violettschwarze Schwammkrusten an sandigen Stellen nicht, bedecken jedoch viele der größeren Felsblöcke, die aus dem Sande hier und da aufragen. Die Schwammkrusten überwuchern Alles, was auf den Felsen sonst festsitzt, Algen, Röhrenwürmer, Bryozoen und Ascidien, wobei die Algen und Bryozoen getödtet werden, die Ascidien und Serpuliden hingegen großen Vortheil aus der Schwammdecke ziehen, die, wenn die Kommunikationsöffnungen dieser Thiere mit dem Meerwasser verschlossen sind, einen derart kontinuirlichen Überzug bildet, dass es sehr schwer hält zu erkennen, ob in der einen oder anderen Erhebung der Schwammkruste ein Steinchen oder eine todte Alge, oder aber eine Ascidie oder ein Knäuel von Wurmröhren verborgen liegt.

Diese dunkeln Schwammkrusten kommen in Port Philip, dem Hafen von Melbourne, so wie an anderen Orten an der australischen Südküste vor.

Der Gestalt nach stimmen unsere violetten Krusten mit den adriatischen Aplysilla-Arten ziemlich nahe überein. Die Conuli erheben sich 2—4 mm weit über die übrige Oberfläche des Schwammes und stehen an flach ausgebreiteten Krusten, die also einer ebenen Unterlage aufsitzen, sehr regelmäßig (Taf. X, Fig. 5, 7, Taf. XI, Fig. 8) vertheilt in gleichen Abständen von 2,5 mm. Die konkav vertieften Felder zwischen denselben sind gleichseitige Dreiecke. Weniger regelmäßig angeordnet und von schwankender Höhe sind die Conuli an allen jenen Stellen, wo die Kruste Protuberanzen bildet.

Auch die Oscula sind sehr regelmäßig vertheilt, haben einen Durchmesser von 1—2 mm und sind kreisrund. Sie liegen in Abständen von 20 mm an flachen Krusten, wie die Conuli so geordnet, dass die Verbindungslinien aller Oscula zusammen drei annähernd parallele und gerade Liniensysteme bilden, die sich alle unter 60° schneiden. Das

Osculum liegt nicht wie bei Aplysilla sulfurea[1] am Ende eines langen Rohres, sondern kaum merklich (Taf. XI, Fig. 14) über die Oberfläche der Umgebung erhoben.

Die Dicke der Krusten schwankt erheblich von 1,5—14 mm. Am bedeutendsten ist dieselbe an jenen Stellen, wo die Unterlage konkav ist, indem die Oberfläche des Schwammes mit unverändertem Niveau über die Ausbuchtung hinwegzieht. Als normale Dicke der ausgewachsenen Krusten nehme ich 4 mm an, obwohl schon viel niedrigere geschlechtsreif sein können.

Die Protuberanzen, welche zuweilen 20 mm über die umgebende Schwammoberfläche vorragen, werden durch Algen oder Bryozoenstöckchen verursacht, welche vom Schwamme überwuchert worden sind. Solche Protuberanzen haben zuweilen ein Osculum am Ende und gleichen dann, dem äußeren Aussehen nach, einer Aplysina, ein Querschnitt zeigt jedoch stets, dass die Achse aus einem, dem Schwamme fremden Körper besteht und dass wir es mit keiner inneren Ähnlichkeit mit Aplysina zu thun haben.

Die Farbe unseres Schwammes ist, wie oben erwähnt, dunkelviolett, doch nach der Art der Beleuchtung verschieden. Im direkten Sonnenlicht erscheint die Oberfläche sammetartig und zeigt einen karmesinrothen Schimmer. Die letztere Farbe wird durch eine fluorescirende Wirkung der äußersten Zellschichten, oder vielleicht der Cilien der Ektodermzellen, hervorgerufen. Ich bestrahlte eine Schwammkruste im Aquarium mit koncentrirtem violetten Licht, und sogleich trat der rothe Schimmer ein, welcher im diffusen Tageslichte nicht sichtbar war. Abgestorbene Schwämme, deren ektodermales Plattenepithel von der äußeren Oberfläche stets abgestoßen ist, zeigen den rothen Schimmer unter keinen Umständen, obwohl die schwarzviolette Farbe unverändert erhalten bleibt.

Die violette Farbe ist an kleine Körnchen gebunden, welche im ganzen Schwammkörper vorkommen. Am dichtesten liegen diese Körnchen an der Unterseite der Haut und in der Umgebung der Genitalprodukte, wesshalb diese Theile intensiver gefärbt erscheinen als die übrigen. Der Farbstoff ist gegen äußere Einwirkungen überaus resistent. Ausgetrocknete, so wie in Alkohol absolutus aufbewahrte Stücke haben ganz dieselbe Farbe wie frische todte, des äußeren Epithels beraubte Krusten. Der Bestandtheil des Ektoderms, welcher die Fluorescenz verursacht, scheint in Alkohol gelöst oder verändert und wirkungslos zu werden. Der violette Farbstoff widersteht selbst kochender Kalilauge und kann nach vollständiger Auflösung des Schwammes in diesem Reagens abfiltrirt werden.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 405, 406. Taf. XXIII, Fig. 18.

Gewaschen, getrocknet und zerrieben stellt er ein schwarzes Pulver dar, welches mit Wasser aufgerührt — also in dünner Schicht — eine schöne tiefviolette Farbe hat. Da mir hier alle Hilfsmittel zu einer chemischen Analyse fehlen, kann ich über die Zusammensetzung dieses wegen seiner außerordentlichen Resistenz vielleicht auch praktisch verwerthbaren Farbstoffes, leider keine Angaben machen. Die Figur 5 (Taf. X) wurde mit einer Mischung dieses Farbstoffes mit Gummi gemalt.

Die Oberfläche des lebenden Schwammes erscheint, wie erwähnt, sammetartig. Mit der Lupe erkennt man, dass dieselbe nicht eine kontinuirliche Fläche bildet, sondern zahlreiche durch schmale erhabene Leisten getrennte dellenartige Vertiefungen von dunklerer Farbe aufweist. Mit dem Mikroskop sieht man nun, dass diese dunkleren Stellen dadurch entstehen, dass hier die dicke Oberhaut des Schwammes plötzlich zu einem sehr feinen Häutchen verdünnt ist, in welchem sich überdies noch zahlreiche runde Löcher vorfinden. Die dellenartigen Vertiefungen, welche also den Poren der Schwammhaut entsprechen und welche je eine Gruppe von Poren des dünnen Häutchens enthalten, das einem Gitter ähnlich, die großen Hautporen nach außen hin verschließt, liegen in Gruppen von etwa Hundert in dem mittleren, konkaven Theile der dreieckigen Felder, deren Ecken die Conuli bilden. Zwischen je zwei Conuli findet sich ein erhabener First, der sie mit einander verbindet. Diese Firste sind frei von Poren und bilden die Seiten der dreieckigen Felder. Das Oberflächenrelief unterscheidet sich demnach nicht wesentlich von dem der Aplysilla sulfurea.

Das Skelett besteht aus einzelnen, nie anastomosirenden Hornfasern. Die Fasern stehen senkrecht auf der Unterlage und enden in den Conuli, so dass sie die flache Kruste quer durchsetzen (Taf. X, Fig. 7). Sie sind an der Basis viel stärker als an der Spitze und mehr oder weniger gebogen und verzweigt. Nur die kleinsten gleichen kurzen, geraden, oder abgerundeten Zapfen. An größeren Fasern finden sich stets Verzweigungen (Taf. XI, Fig. 10). Diese Verzweigungen sind unregelmäßig büschel- oder doldenförmig. Es entspringen nämlich von einem Punkte, meist im oberen Dritttheil der Faser, mehrere gleichstarke, und unter verschiedenen Winkeln vom Stamm abgehende Zweige. Die Zweige sind nur in den seltensten Fällen nochmals verzweigt und unterscheiden sich im Übrigen nicht von jungen unverzweigten Stämmen. Auch sie erscheinen mehrfach gebogen, oder besser, geknickt, und sind an der Basis breiter als an der Spitze.

Die Hauptfasern sitzen der Unterlage mit einer trompetenförmigen Verbreiterung auf (Taf. XI, Fig. 11). Diese Verbreiterung geht in eine dünne Hornplatte über, welche ohne Unterbrechung den Schwamm von seiner Unterlage trennt, und aus welcher alle Hornfasern entspringen.

Zu diesen Skeletttheilen gesellen sich noch Fremdkörper, welche der Oberhaut des Schwammes eingelagert sind (Taf. XI, Fig. 9 und 12). Es sind gebrochene Kieselnadeln anderer Spongien und kleine Sandkörnchen die alle derart orientirt sind, dass ihr längster Durchmesser tangential liegt (Taf. XI, Fig. 12 *F*).

Es ergeben sich demnach einige bemerkenswerthe Unterschiede im Baue des Skelettes der adriatischen und der australischen Aplysilla-Art. Während bei der ersteren das Skelett ausschließlich aus Hornfasern besteht, die nicht verzweigt oder so verästelt sind, dass man immer Stamm und Seitenzweige[1] unterscheiden kann, besteht das Skelett der Aplysilla violacea aus einer ausgedehnten basalen Hornplatte, aus daraus sich erhebenden und derart verzweigten Hornfasern, dass Stamm und Seitenzweige nicht unterschieden werden können, und aus in der Haut eingelagerten Fremdkörpern.

Den besten Einblick in die Bauverhältnisse des Weichkörpers geben Querschnitte durch die Kruste.

Es giebt vielleicht wenige Schwämme, die so überaus günstige Untersuchungsobjekte sind, wie gerade die Aplysillen. Diese Eigenschaft verdanken sie der Durchsichtigkeit des körnchenlosen Gallertgewebes in der Umgebung der Geißelkammern.

Das Wasserkanalsystem ist überaus regelmäßig und zeichnet sich in dieser Beziehung unsere Aplysilla violacea vor anderen Hornschwämmen und besonders vor den adriatischen Aplysillen aus. Die große Regelmäßigkeit der Kanäle erinnert in der That an die Verhältnisse der Plakinidae[2].

Die Löcher in dem äußersten feinen Porenhäutchen, die in Gruppen von etwa sechzig (Taf. XI, Fig. 9) über je einer der großen Hautporen liegen, sind oval und haben einen Durchmesser von 0,006 bis 0,015 mm.

Die dazwischen liegenden undurchbohrten Hauttheile sind gewöhnlich viel schmäler als der Durchmesser der Löcher beträgt, so dass das Ganze mehr den Eindruck eines Gitters als eines Siebes macht.

Diese Poren nun werden nie geschlossen, obwohl sie sich, wie unten gezeigt werden soll, durch die Kontraktion sphinkterartig wirkender kontraktiler Faserzellen auf die Hälfte ihrer gewöhnlichen Größe zusammenziehen können. Es unterscheidet sich hierin unsere Art wesentlich von Aplysilla sulfurea. Bei dieser können die äußeren Poren bis auf eine kleine Öffnung zusammengezogen, ja vollständig verschlossen[1] werden.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 407.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Plakiniden. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV.

Die Hautporen, welche die ganze dicke Oberhaut des Schwammes durchsetzen, sind oben, und besonders unten (nach innen zu), breiter als in der Mitte (Taf. XI, Fig. 12 und 14). Sie stellen somit kurze, an beiden Enden trompetenförmig erweiterte Röhren dar, deren Achsen senkrecht auf die Oberfläche des Schwammes stehen und deren Länge gleich der Dicke der Schwammhaut ist. Oben werden sie von dem gitterartigen Porenhäutchen abgeschlossen und nach innen öffnen sie sich in den Subdermalraum. Diese Poren haben einen Durchmesser von 0,1 mm und können durch die Kontraktion eines cirkulären Muskelbandes, oder mit Schulze, eines Bandes von kontraktilen Faserzellen, verengert werden. Diese Verengerung ist jedoch eine unbedeutende und beträgt nie mehr als ein Zehntel des Röhrendurchmessers, dessen Größe demnach sehr konstant ist. Die Poren sind nicht kreisrund, sondern gleichen in der Flächenansicht gewöhnlich Polygonen mit abgerundeten Ecken, da sie, so zu sagen, gegen einander abgeplattet sind (Taf. XI, Fig. 8). Die Schwammhaut ist in der Mitte der konkaven Felder beträchtlich mächtiger als in der Umgebung der Conuli, und es beträgt daher die Länge der Porenkanäle, je nach ihrer Lage, 0,03—0,05 mm. Diese Konfiguration des Porensystems, welches von außen in den Subdermalraum führt, weicht von dem Baue des äußersten Theiles des einführenden Kanalsystemes der adriatischen Aplysiniden, so wie von anderen Hornschwämmen bedeutend ab, stimmt jedoch mit der Gestalt der Hautporen der übrigen unten zu beschreibenden australischen Aplysiniden überein. Am ähnlichsten sind die Poren von Cacospongia[2], deren Oberfläche schon wegen der eingelagerten Fremdkörper einige Ähnlichkeit mit unserer Aplysilla aufweist.

Unter den Hautporen breitet sich der Subdermalraum aus. Während derselbe bei Aplysina selbst[3] auf ein tangential abgeplattetes ziemlich unbedeutendes Gefäßnetz beschränkt ist, welches sich parallel zur

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 406.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Spongidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 655. Taf. XXXVII, Fig. 14.

[3] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 390. Taf. XXII, Fig. 12.

Oberfläche ausbreitet, erweitert er sich bei Aplysilla sulfurea[1] zu einem System kommunicirender Lakunen.

Noch mehr ausgebildet ist dasselbe bei den australischen Aplysillinae. Bei Aplysilla violacea erweitern sich die Lacunen derart, dass nur schmale Gewebebrücken dazwischen übrig bleiben (Taf. XI, Fig. 14). Der Subdermalraum besteht hier aus einem flachen Hohlraum, der die Schwammoberhaut vom übrigen Körper trennt und nur durch die Verlöthungsstellen von Haut und Unterlage in den Conuli und die Säulen, welche unter den Firsten ziemlich dicht stehen, unter den konkaven Feldern jedoch weit aus einander gerückt sind, unterbrochen wird. Diese Säulen sind rundlich, ihr Durchmesser übersteigt selten 0,02 mm.

Alle Oberflächen, welche an der Begrenzung dieses Subdermalraumes Theil nehmen, enthalten unter ihrem Epithel eine beträchtliche Schicht von kontraktilen Faserzellen, welche stets tangential, im Übrigen unregelmäßig verlaufen. Diese bewirken eine so große Veränderlichkeit des Lumens des Subdermalraumes, dass dasselbe von 0,05 mm an erheblich schwankt. Es erscheint somit der Subdermalraum zuweilen ganz geschlossen, indem die Oberhaut in einem solchen Falle dicht an den übrigen Schwammkörper herangezogen wird. Da nun die Hautporen nie in der Verlängerung der einführenden Kanäle liegen, sondern entweder gerade zwischen zwei Kanalöffnungen oder doch so, dass durch ihre Verengung die Haut über die Kanalanfänge hinweggezogen werden kann, so ist der Schwamm im Stande durch Verengung der Hautporen und Schließen des Subdermalraumes sich von der Außenwelt ganz abzuschließen. Die Funktion, welche bei anderen Schwämmen den Hautporen ausschließlich zufällt, ist also bei Aplysilla violacea dem Subdermalraume zum Theil übertragen.

Im Leben dürfte der Schwamm durch theilweises Verschließen des Subdermalraumes den Wasserstrom reguliren. Es ist leicht nachweisbar, dass der Schwamm, in ungünstige Verhältnisse gebracht, seine Subdermalräume schließt, wenn nicht vorher die Kontraktionsfähigkeit seiner Faserzellen vernichtet wurde. Nimmt man einen lebensfrischen Schwamm aus dem Wasser und wirft ihn sogleich in absoluten Alkohol, ein Verfahren, welchem F. F. Schulze einen großen Theil der herrlichen Ergebnisse seiner Spongienarbeiten verdankt, so haben die kontraktilen Faserzellen nicht Zeit sich zusammenzuziehen, ehe sie getödtet und starr werden. Fertigt man nun Schnitte senkrecht zur Oberfläche eines solchen Objektes an, so sieht man gewöhnlich die

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 407. Taf. XXIII, Fig. 20.

Subdermalräume klaffend. Legt man aber den Schwamm vorher einige Minuten in süßes Wasser und dann erst in Alkohol absolutus, so ist von einem Subdermalraume keine Spur zu entdecken. Die gleiche Wirkung hat stets die Lostrennung der Krusten, die man mit dem Meißel, sammt einer dünnen Steinschicht, von ihrer Unterlage entfernt. Es ist daher immer nöthig den Schwamm nach der Loslösung im Aquarium sich erholen zu lassen, was in einigen Stunden geschieht. Eben so wie Alkohol absolutus wirkt Osmiumsäure auf den Schwamm ein und man erhält die Subdermalräume am schönsten geöffnet, wenn man den Schwamm, ohne ihn aus dem Meerwasser zu nehmen und ohne ihn zu beunruhigen, mit starker Osmiumsäure anspritzt.

Wenngleich die äußere und innere Begrenzungsfläche des Subdermalraumes einander annähernd parallel sind, so ist doch stets eine Verschmälerung desselben gegen die Anheftungsstellen der Oberhaut hin bemerkbar. Die überaus geräumigen Subdermalräume der Hircinia[1], welche der Größe nach noch am ehesten mit den hier besprochenen übereinstimmen, gleichen mehr Gefäßen und haben einen regelmäßig ovalen Querschnitt.

Aus dem Subdermalraume entspringen nun die einführenden Kanäle. Sie beginnen mit trichterförmig erweitertem Ende am Boden des Subdermalraumes und ziehen senkrecht zur Flächenausdehnung der Kruste nach abwärts (Taf. XI, Fig. 14 und 15). Sie sind nicht verästelt und enden im unteren Dritttheil der Höhe der Kruste. Von außen nach innen nehmen diese drehrunden, glattrandigen Kanäle nur wenig an Dicke ab und sind somit annähernd cylinderförmig. Das Lumen der einführenden Kanäle hat einen Durchmesser von etwa 0,1 mm. Da jedoch die Wandungen dieser Kanäle eben so wie die des Subdermalraumes überaus kontraktil sind, erscheint das Lumen sehr veränderlich und oft auch an verschiedenen Stellen desselben Kanales verschieden groß. Die Kanäle erscheinen in Folge dessen zuweilen duodenumähnlich, jedoch ist dies selten, und wie ich annehmen möchte, eine pathologische Erscheinung. Niemals erreichen die Einschnürungen einen solchen Grad, dass der ganze Gang rosenkranzförmig wird, wie dies an den Kanälen anderer Spongien oft zu sehen ist. Ich habe an einigen australischen Spongien aus der Familie der Spongidae diese Eigenthümlichkeit besonders an den Hauptkanälen sehr ausgebildet gefunden. In diesen Fällen entsprang stets je ein Astkanal aus einem der kugelförmig aufgetriebenen Hauptkanalabschnitte derart, dass die vorgewulstete Falte ihn ganz oder zum Theil bedeckte. Ich bin geneigt, hieraus auf eine stromregulirende Funktion dieser Einschnürungen zu schließen, und es erscheint somit ganz natürlich, dass die Kanäle unserer Aplysilla einer solchen Einrichtung entbehren, da hier wegen des Mangels irgend welcher Verzweigung eine derartige Klappenvorrichtung keine Anwendung finden kann.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Gattung Hircinia etc. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII. p. 15. Taf. III, Fig. 1.

Was die Vertheilung der einführenden Kanäle anlangt, so ist zunächst wichtig, dass dieselben nie unter einer der Hautporen selbst, aus dem Subdermalraum entspringen, sondern stets unter den Leisten. Die beträchtliche trichterförmige Erweiterung, mit welcher sie ihren Anfang nehmen (Taf. XI, Fig. 14), kann derart verengert werden, dass der Kanal von Anfang an cylindrisch wird (Taf. XI, Fig. 12). Eine solche Zusammenschnürung geht meist mit einer beträchtlichen Näherung der Subdermalraumwände Hand in Hand. Wenn nun, wie dies in Figur 12 dargestellt ist, Kanalursprung und Subdermalraum verengt werden, dann noch die Hautporen sich etwas verkleinern und so überall in die Verlängerung der Kanäle undurchbrochene Hautpartien zu liegen kommen, so kann durch ein Aneinanderlegen der Begrenzungsflächen des Subdermalraumes, wie dies oben erwähnt wurde, ein vollkommener Verschluss der einführenden Kanäle herbeigeführt werden. Der Zahl nach stehen die ausführenden, weiteren Kanäle beträchtlich hinter den drehrunden, einführenden, zurück, indem von allen Kanälen einer mittleren Schwammpartie etwa 70% dem einführenden Kanalsystem angehören.

Die Geißelkammern (Taf. XI, Fig. 13) sind elliptisch sackförmig, wie bei Aplysilla sulfurea[1], haben jedoch nie so unregelmäßige Gestalten wie die der adriatischen Art. Im Gegentheil weichen sie kaum von der Gestalt eines Rotationskörpers ab. Sie umstehen, wie dies Schulze (l. c.) als charakteristisch für Aplysilla beschreibt, die Ausführungskanäle radial (Taf. XI, Fig. 15), indem ihre Längsachse stets senkrecht auf die Oberfläche des Ausführungsganges zu stehen kommt. Da diese Längsachsen auch senkrecht auf die einführenden Kanäle stehen, so sind sie stets die kürzesten Verbindungslinien der einander zunächstliegenden Theile des ein- und ausführenden Kanalsystemes. Da nun die Geißelkammern nicht einzeilig über einander angeordnet sind, sondern mehrere Reihen neben einander vorkommen, so müssen die Oberflächen der beiden Kanalsysteme, zwischen denen eine Geißelkammergruppe liegt, einander ähnlich, und in unserem Falle, wo die eine Fläche eine Kreiscylinderfläche ist, koncentrisch sein. Außerdem wird durch diese konstante Lage der Geißelkammerachse die Entfernung des einen Gangsystemes von dem anderen determinirt. Alle Geißelkammern sind gleich groß, vorausgesetzt, dass die sie umspinnenden kontraktilen Faserzellen gleich stark zusammengezogen sind. Ihre Länge beträgt 0,064 mm und es nähern sich daher an keiner Stelle des Schwammes die Kanalsysteme so, dass der Zwischenraum zwischen dem ein- und ausführenden Gangsystem kleiner als 0,064 mm würde. Die breiteste Stelle der Kammer liegt näher dem einführenden Gange und beträgt 0,032 mm, die Hälfte der Länge. Die Mündung ist kreisrund und hat einen Durchmesser von 0,013 mm, sie ist übrigens sehr veränderlich und kann derart verengt werden, dass die dann kugelige Geißelkammer mittels eines dünnen Stieles dem Ausführungsgange aufsitzt.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 408. Taf. XXIII, Fig. 20, 27.

Schulze's[1] Angabe, dass die Geißelkammern der Aplysilla sulfurea zahlreiche, sehr feine Einführungsgänge besitzen, trifft auch für die australische Art zu (Taf. XI, Fig. 13). Diese, nie über 0,004 mm weiten Poren finden sich ausschließlich in dem gewölbten Ende der Geißelkammer, welches kuppenförmig in das Lumen des einführenden Kanales vorspringt. Ihre Zahl lässt sich schwer bestimmen, da oft gar keine, zuweilen eine oder zwei sichtbar sind. Die größte Zahl von Poren, welche ich an der Geißelkammer einer Aplysilla violacea gesehen habe, betrug sechs. Ich zweifle jedoch nicht, dass die wirkliche Zahl der Poren eine noch bedeutend größere ist, so dass wir uns das eine Ende der Geißelkammer wie ein Sieb vorstellen müssen. Die Geißelkammern sind auf die mittlere Partie des Schwammes beschränkt und auch dort verhältnismäßig spärlich (Taf. XI, Fig. 14 und 15), jedenfalls bei Weitem nicht so zahlreich wie bei der adriatischen Art. Diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass sie nicht wie bei Aplysilla sulfurea gegenseitig abgeplattet und daher unregelmäßig gestaltet sind.

Die abführenden Kanäle unterscheiden sich von den einführenden sehr bedeutend. Sie haben keinen kreisrunden, sondern einen unregelmäßigen Querschnitt (Taf. XI, Fig. 15 *A*) und sind zwei- bis dreimal so geräumig als die einführenden Gänge. Ihr größter Durchmesser übersteigt selten 0,25 mm. Diese Gänge verzweigen sich, wenngleich unbedeutend. Im mittleren, Geißelkammern enthaltenden Theile des Schwammes wird ihre Lage und ihre Gestalt von der Form und Vertheilung der einführenden Gänge bestimmt. Obgleich sie ihnen keineswegs überall parallel laufen, so ist doch die Richtung der Kanäle eine annähernd senkrechte zur Flächenausdehnung der Kruste, und auch dort, wo sie verzweigt sind, nähern sich die »aufstrebenden« Zweige dieser Richtung an. Nach unten nehmen diese Gänge wenig an Breite zu und gehen dann im unteren Drittel der Schwammkruste in ein Netzwerk, der Unterlage parallel ausgebreiteter, weiter, anastomosirender Gefäße über (Taf. XI, Fig. 14 *A*). Da in dieser basalen Schwammpartie die Substanzbrücken zwischen den Gängen an Größe hinter dem Volumen des Kanalnetzes zurückbleiben, so erscheint derselbe lakunös.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 411.

Aus diesem Lakunensystem erheben sich nun 1—2 mm weite drehrunde und glattwandige Röhren, die vertikal nach aufwärts führen und mit dem Osculum ausmünden (Taf. XI, Fig. 14 *O*).

Da nur solche Krusten ohne Abtrennung von der Unterlage in Querschnitte zerlegt werden können, welche auf einem schneidbaren Körper sitzen, so habe ich diese Theile nur an solchen untersuchen können, welche auf Ascidien oder Algen wuchsen. Es scheint mir nun bebemerkenswerth, dass bei allen Krusten, welche ich darauf hin untersuchen konnte, in der basalen Hornplatte, aus welcher sich die Fasern erheben, verhältnismäßig große Sandkörnchen (Taf. XI, Fig. 14 *F*) eingelagert waren.

Diese Sandkörner dürften beim fortschreitenden Wachsthum der Krustenränder, an deren klebrige Oberfläche zufällig gelangt und festgehalten, schließlich zwischen Schwamm und Unterlage gerathen sein. Wichtig erscheint es mir nun, dass in der basalen Hornplatte viel größere Fremdkörper vorkommen als in der Oberhaut. Während die letzteren nie eine Länge von 0,03 mm überschreiten, findet man in der Basalplatte nie kleinere wie 0,4 mm lange Fremdkörper. Es werden also von den zahlreichen, verschieden großen Fremdkörpern, welche mit der Schwammoberfläche in Berührung kommen, zwei Größen ausgewählt und an ihren Bestimmungsort gebracht, während Sandkörner, welche der Größe nach zwischen diesen beiden mitten inne stehen, nicht aufgenommen werden, was kaum einem einfachen Schlemmungsprocesse verglichen werden kann, wie dies Schulze für die Aufnahme und Auswahl der Fremdkörper in den Hornfasern von Spongelia thut.

Ich werde unten bei der Besprechung der Fremdkörper in der Oberhaut von Dendrilla aërophoba hierauf zurückkommen.

In dem basalen Theile der Krusten finden sich im »australischen« Herbst, d. h. im April und Mai, überaus stark pigmentirte undurchsichtige Kugeln von 0,5 mm Durchmesser (Taf. XI, Fig. 14 *S*). Diese Kugeln erscheinen nicht sehr zahlreich, es sind die Genitalorgane. Diese werde ich unten näher besprechen.

Histologische Struktur.

Die Haut.

Unter Haut verstehe ich hier diejenige Platte, welche den kontinuirlichen Subdermalraum außen bedeckt. Sie ist, wie aus dem Obigen hervorgeht, in der Mitte der Felder am dicksten und verdünnt sich gegen die Conuli und gegen die erhabenen Firste, welche dieselben verbinden, hin. Da der Subdermalraum sich nicht über die Conuli erstreckt, so erscheint die oberflächlichste Schicht des Conulus nicht von dem übrigen Schwammkörper getrennt, es lassen sich jedoch auch hier (mit Ausnahme der Spitze selbst) dieselben histologischen Elemente nachweisen, wie an den unterminirten Hautpartien. Ein feiner Querschnitt einer unter Wasser mit Osmiumsäure bespritzten Hautpartie giebt den besten Aufschluss über die feineren Bauverhältnisse.

An dem Aufbau der Haut nehmen nur das Ektoderm und das Mesoderm Antheil.

Das Epithel besteht, wie bei Halisarca, aus flimmernden, je eine Geißel tragenden Plattenzellen. Es sind sehr platte, nur 0,001 mm hohe und 0,02 mm breite Elemente (Taf. XI, Fig. 12 *Ec*). Ihre seitlichen, durch Silber an lebensfrischen Exemplaren stets nachweisbaren, ja selbst an Osmiumpräparaten zuweilen sichtbaren Zellgrenzen sind geradlinig, die Zellen demnach polygonale Platten.

Diese Zellen werden eben so wenig wie die Zellen im Epithel der Exumbrella der Medusen von Plasma ausgefüllt. In der Mitte findet sich eine Anhäufung desselben, von welcher Stränge bis an die Peripherie hinziehen. Das Plasma ist fast hyalin. In der centralen Anhäufung, welche eine kleine hügelförmige Vorwölbung nach außen in der Mitte der freien Oberfläche der Zelle verursacht, liegt der stets leicht nachweisbare Kern. Derselbe hat die Gestalt eines platten Rotationsellipsoides, die kleine und zugleich Rotationsachse steht senkrecht auf die Oberfläche des Schwammes. Demnach erscheint der Kern in der Seitenansicht als schmale Ellipse und in der Flächenansicht kreisrund (Taf. XI, Fig. 12). Er hat einen größten Durchmesser von 0,0015 mm.

Aus solchen Elementen gebildetes Plattenepithel überkleidet alle freien Oberflächen der Haut und lässt sich auch auf beiden Seiten jenes feinen Porenhäutchens nachweisen, welches die großen Hautporen außen abschließt.

Ich war nicht im Stande an irgend einer Stelle eine Cuticula nachzuweisen, und glaube, dass auch SCHULZE[1] bei der adriatischen Art keine solche gefunden hat.

Die feinen Porenhäutchen unterscheiden sich von der dicken Haut dadurch, dass ihr Mesoderm nur schwach entwickelt ist, und hier nur eine sehr dünne Platte bildet, welche oft schwer nachweisbar ist. Die Epithelien sind einander gleich.

Das Mesoderm aller Theile der Haut besteht aus einer vollkommen homogenen und strukturlosen Gallerte, in welcher Zellen und Fremdkörper eingebettet sind. Die Zellen sind theilweise sternförmige und faserige Elemente, welche in der Gallerte liegen und mit ihr zusammen das gallertige Bindegewebe bilden, zum Theil sind es amöboide und Drüsenzellen. Die sternförmigen und faserigen Zellen (Taf. XI, Fig. 12 *B*) sind echte Bindegewebszellen und unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen, welche SCHULZE[2] von Aplysilla sulfurea beschreibt und abbildet. In der dicken Haut vertheilen sie sich derart, dass die sternförmigen Elemente in den centralen Theilen, und die faserigen der Oberfläche zunächst liegen.

Nur in jenem Theile der Mesodermplatte, welcher der äußeren Oberfläche zunächst liegt, fehlen solche Bindegewebszellen. Der Übergang von den sternförmigen zu den faserigen oder, in anderen Worten, von den multipolaren zu den bipolaren Zellen findet allmählich statt, so dass in einiger Entfernung von der Oberfläche unter den Faserzellen zunächst Elemente mit zwei langen, in einer Geraden liegenden Ausläufern und einem kurzen dritten Fortsatz angetroffen werden.

Weiter nach innen nimmt dann die Unregelmäßigkeit in der Richtung der Fortsätze, zugleich mit einer Vermehrung ihrer Zahl, zu. Die Zahl der Ausläufer übersteigt selten vier oder fünf. Im Inneren der Haut sind die Ausläufer, welche tangential liegen, länger und stärker als alle übrigen und es scheinen die sternförmigen Bindegewebszellen des centralen Theiles der Haut somit der Oberfläche parallel orientirt.

Anastomosen zwischen den einzelnen Zellen sind nur selten anzutreffen, ich zweifle jedoch nicht, dass dies nur eine Folge der Einwirkung der Reagentien und besonders des absoluten Alkohols ist. Die durch dieselben bewirkte Schrumpfung der Zellen verursacht natürlich ein Zerreißen der Anastomosen. Es erscheint somit wahrscheinlich, dass Aplysilla violacea in dieser Beziehung mit der adriatischen Art[3] übereinstimmt. Die Zellen erreichen einen Durchmesser von 0,005 mm, ihr Plasma ist sehr feinkörnig und durchsichtig. Die Kerne sind eiförmig und haben einen größten Durchmesser von 0,002 mm. Denken wir uns von einer solchen Zelle, welche zwei gegenüber stehende Fortsätze besitzt, alle übrigen weg und den Kern nach der Längenausdehnung der Zelle orientirt, so haben wir eine spindelförmige Faserzelle vor uns. Diese Faserzellen fehlen eben so, wie die sternförmigen in der Nähe der äußeren Oberfläche, finden sich jedoch ziemlich dicht gedrängt, sowohl an den den großen Hautporen zugekehrten Flächen, als auch unter dem Subdermalepithel. Sie liegen stets so, dass ihre Längenausdehnung dem zunächst liegenden Oberflächenstück parallel ist. In der dicken Haut bilden sie vorzüglich an den Porenwänden eine beträchtliche Schicht. Die meisten laufen hier der Schwammoberfläche parallel, somit cirkulär um die Poren herum. Andere wieder stehen schräg oder liegen in Ebenen, welche senkrecht auf der Schwammoberfläche stehen. Auch in dem feinen Porenhäutchen finden sich solche Faserzellen, jedoch spärlich; sie sind hier schmächtiger und haben längere Ausläufer als in der dicken Haut. Es kommt zuweilen vor, dass die großen Hautporen durch starke Stränge in zwei Theile getheilt sind. Diese Stränge sind ganz von solchen Faserzellen erfüllt.

---

[1] F. E. SCHULZE, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX.

[2] F. E. SCHULZE, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 409. Taf. XXIII, Fig. 22.

[3] F. E. SCHULZE, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 409.

Ich habe oben erwähnt, dass sowohl die großen Hautporen wie auch die Löcher des feinen Porenhäutchens erweitert und verengt werden können, und es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass diese Bewegungen durch die Kontraktion der Faserzellen bewirkt werden. Wir werden unten sehen, dass auch die Hornfasern von Zellen eingescheidet werden, welche mit diesen Faserzellen identisch sind, und da letztere entschieden nur die Funktion von gewöhnlichem Bindegewebe, als Stütze zu dienen, haben können, und kein Unterschied zwischen diesen und den kontraktilen Elementen der Haut nachweisbar ist, so möchte ich auch für die besprochenen Fasern die Schulze'sche[1] Bezeichnung, »kontraktile Faserzellen« statt Muskelzellen, anwenden. Die cirkulären Fasern wirken natürlich sphinkterartig und dürften bei der Verengerung der Hautporen die Hauptrolle spielen. Während bei den Cnidarien die Epithelmuskelzelle den Ausgangspunkt für die kontraktilen Elemente bildet, haben wir es hier mit Zellen zu thun, die aus dem Mesoderm stammen und sich somit jedenfalls nicht direkt wie bei den Cnidarien aus dem Epithel entwickelt haben.

Unterhalb der Zone der kontraktilen Faserzellen, an der inneren

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 395.

Seite der Schwammhaut, etwa dort, wo der Übergang von den sternförmigen zu den faserförmigen Bindegewebselementen stattfindet, trifft man, dicht zusammengedrängt, große amöboide Zellen an. Solche Zellen finden sich auch vereinzelt im Inneren der Hautschicht selbst (Taf. XI, Fig. 12 *W*). Im lebenden Schwamme gleichen sie am meisten der Amoeba villosa Wallich, indem sie am Hinterende zahlreiche feine und kurze, zuweilen sogar spitz zulaufende Pseudopodien besitzen, während die vorausgehenden Pseudopodien lobular sind. Diejenigen amöboiden Zellen, welche in einer einfachen Schicht der Subdermalwand anliegen, erscheinen mehr rundlich und sind ziemlich unbeweglich, während die amöboiden Zellen in der Mitte der Haut langgestreckt und meist in lebhafter Bewegung begriffen sind. Durch die Einwirkung von erhärtenden Reagentien werden alle diese Zellen in kugelförmige Blasen verwandelt. Da sich zwischen den runden und langgestreckten Zellen stets Übergänge finden und Reagentien alle Unterschiede zwischen ihnen aufheben, so zweifle ich nicht, dass es nur verschiedene Formzustände derselben Elemente sind. Betrachtet man eine, mit möglichster Schonung vom Schwamme abgezogene lebende Hautpartie unter dem Mikroskop, so lassen sich diese Zellen leicht erkennen und ihre Bewegungen verfolgen. Die langgestreckten Zellen sind 0,02 mm lang und etwa 0,0075 mm breit. Selbstverständlich ändern sich diese Dimensionen während der Bewegung fortwährend, bleiben aber dennoch innerhalb gewisser Grenzen konstant. Immer sah ich dasselbe Ende voraus in der Bewegung, und nie eine Pseudopodienbildung an der Seite. Die lappenförmigen vorderen Fortsätze werden von hyalinem Plasma gebildet, und erst nachdem dasselbe eine Strecke weit vorgegangen ist, ergießt sich der körnige Inhalt in den Fortsatz hinein. Die hinteren feinen Pseudopodien sind stets von trübem Plasma gebildet und scheinen dadurch zu entstehen, dass das körnige Plasma an einzelnen Stellen haftet, und daher in der Bewegung zurückbleibt. Der ovale Kern erreicht eine Länge von 0,0037 mm und liegt hinter der Mitte. Außer zahlreichen feineren und gröberen stark lichtbrechenden Körnchen enthält das centrale Plasma rundliche, 0,0008—0,001 mm messende fast undurchsichtige, dunkelviolette Körnchen. Diese sind es, welche dem Schwamm seine charakteristische Farbe verleihen. Ich will hier bemerken, dass in der Haut aller Farbstoff an diese amöboiden Zellen gebunden ist und dass alle übrigen Theile derselben farblos erscheinen.

Wenngleich diese Elemente in ihrer Gestalt, und besonders in der Form der Pseudopodien von den Wanderzellen der adriatischen Aplysilla sulfurea[1] abweichen, so zeigt sich doch darin eine wesentliche Übereinstimmung beider, dass die amöboiden Zellen in der Haut der letzteren Art eben so Träger der gelben Pigmentkörnchen sind, wie dies für die violetten bei der australischen Art der Fall ist. Im Inneren des Schwammes dürften die gleichen Elemente vorkommen, da nach Reagentieneinwirkung dieselben blasigen Körper zu beobachten sind, wie in der Haut. Hier sind jedoch, wie wir unten sehen werden, die Pigmentkörnchen nicht auf die Wanderzellen allein beschränkt, sondern sie kommen auch in den Kragenzellen des Geißelkammerepithels vor. Die auffallende Anhäufung dieser Elemente in der oberen Subdermalwand veranlasste mich zu glauben, dass ihnen hier eine ganz bestimmte Funktion zukäme. Ich glaube, dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass diese Zellen die Ernährung des Schwammes vermitteln, und dass somit der Subdermalraum physiologisch als Magen zu deuten sei.

Elias Metschnikoff[2], der nach Lieberkühn[3] die eingehendsten experimentellen Untersuchungen über die Verdauungsthätigkeit der Spongien gemacht hat, giebt an, »dass das sog. Mesoderm, dessen Zellen im Stande sind Nahrungsstoffe aufzunehmen, auch zum Verdauen der letzteren mehr oder weniger befähigt ist«. Seine Untersuchungen erstreckten sich über Schleim-, Kiesel- und Kalkschwämme und erweiterten somit die Gültigkeit der zuerst von Lieberkühn (l. c.) für Spongilla gemachten Angaben.

Balfour[4], welchen seine scharfsinnigen Betrachtungen über die Homologie der Keimblätter der Spongien, den Angaben von Metschnikoff und Schulze gemäß, zu dem Schlusse führten, dass die Funktionen der Keimblätter der Spongien sich denen aller anderen Metazoen gegenüber reciprok verhalten, nimmt eine Verdauung in den Kanälen an.

Da nun aber nach der neuesten Arbeit Schulze's[5] nur die einführenden Kanäle ektodermalen, die ausführenden aber entodermalen Ursprungs sind, so kommt es darauf an, in welchem Kanalsystem die Verdauung stattfindet. In der That giebt auch Metschnikoff (l. c.) an, dass bei Halisarca besonders das Epithel der Sammelkanäle, also eine entodermale Fläche, mit der Verdauung betraut zu sein scheint, da an jener Stelle vorzüglich Indigo oder Karminkörnchen bei Fütterungsversuchen aufgenommen wurden.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 410.

[2] Elias Metschnikoff, Spongiologische Studien. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 371—374.

[3] Lieberkühn, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. Müller's Archiv 1856. p. 385 ff.

[4] Balfour, Handbuch der vergl. Embryologie. Deutsch von Vetter. Bd. I. p. 144.

[5] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Plakiniden. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. p. 438.

Meine Angabe, dass die Verdauung der Aplysilla violacea in den Wandungen des Subdermalraumes vor sich geht, setzt aber jedenfalls eine Fremdkörper aufnehmende Thätigkeit von Ektodermzellen voraus. Hält man unseren Schwamm mehrere Tage in Wasser, in welchem Karmintheilchen suspendirt sind, so zeigt sich bei einer genaueren Untersuchung, dass, wenn das Karmin sehr fein vertheilt war, die Epithelien sowohl der einführenden Kanäle, wie auch der Geißelkammern Karmintheilchen enthalten und dass solche, wenn auch nicht so zahlreich, in dem Epithel des abführenden Kanalsystems, des Oscularrohres und der äußeren Oberfläche vorkommen. Es zeigt sich also, dass alle freien Oberflächen im Stande sind Fremdkörper aufzunehmen, was für die äußere Oberfläche des Schwammes schon dadurch bewiesen erscheint, dass hier feste Fremdkörper aufgenommen und eingebettet werden. Eben so wie die Epithelzellen füllen sich auch die amöboiden Wanderzellen mit Karminkörnchen.

Wenn wir nun aber, statt abzuwarten bis alle Schwammzellen Karmin aufgenommen haben, schon nach wenigen Stunden unseren Schwamm aus dem karminhaltigen Wasser entfernen, ihn abspülen und in frisches Meerwasser legen, so haben wir ein Objekt, an welchem das Schicksal der Karminkörnchen studirt werden kann. Und dieses ist geeignet, einiges Licht über die vorliegende Frage zu verbreiten.

Untersucht man ein Stück einer solchen Kruste sogleich, so findet man zwar nur wenige Zellen karminhaltig, jedoch eben so, wie in dem früheren Falle Karmin in allen freien Oberflächen. Schon nach sechs Stunden sind aber die epithelialen Plattenzellen der oberen Begrenzung des Subdermalraumes, so wie die Kragenzellen der Geißelkammern frei von Karmin und man findet einzelne Karmintheilchen im Meerwasser. Die übrigen Epithelien enthalten nach wie vor Karmin. Es ist sehr leicht zu sehen, wohin das Karmin aus dem Plattenepithel des Subdermalraumes gelangt ist: die amöboiden Zellen unter diesem Epithel sind jetzt alle karminhaltig, während sie vorhin noch gar keinen Farbstoff aufgenommen hatten.

Außer diesen enthalten auch einige der frei im Mesoderm der Haut, sowie des Schwammkörpers selbst, herumkriechenden Wanderzellen Karmin, jedoch nur solche, welche sich in nächster Nähe der Wanderzellenschicht der Haut befinden. Alle zwischen den Geißelkammern liegenden Wanderzellen, die niemals zahlreich sind, enthalten nicht eine Spur von Karmin.

Nach 24 Stunden sind die Wanderzellen, welche Karmin enthalten, ganz aus der Haut entfernt und liegen jetzt in der Nähe der Geißelkammern, während andere, des Karmins entbehrende Wanderzellen — wahrscheinlich vom Schwamminneren herkommend — ihre Stelle in der Haut unter dem Subdermalepithel eingenommen haben. Zu gleicher Zeit finden sich auch wieder Karminkörnchen in den Kragenzellen der Geißelkammern. Nach einigen Tagen sind die Wanderzellen ihres Karmingehaltes ledig und eben so erscheinen die Epithelien des Subdermalraumes und der Geißelkammern vollständig karminfrei. Die übrigen Epithelstrecken enthielten zu dieser Zeit eben so viel Karmin, wie gleich nach der Fütterung. Ich untersuchte soeben eine Schwammkruste aus meinem Aquarium, welche ich vor zwei Monaten mit Karmin gefüttert hatte, und es finden sich noch immer einzelne Karminkörnchen in den Epithelien der Kanäle, so wie in der äußeren Haut.

Um sicher zu stellen, dass nicht ausgestoßene Karmintheile wieder in den Schwamm aufgenommen würden, wechselte ich das Wasser möglichst oft und untersuchte immer den Bodensatz desselben. Ich fand Karminkörnchen in demselben gleich am Anfang ziemlich zahlreich und später, nach zwei Tagen, noch zahlreicher. In der Zwischenzeit und später fand ich jedoch nur selten einzelne Körnchen. Ein Vergleich zwischen dem ersten und zweiten »Schube« ergab nun, dass alle Karminkörnchen, welche zuerst ausgestoßen worden waren, ausnahmslos scharfkantig und unverändert, die nach zwei Tagen aber abgerundet waren.

Nach diesen Beobachtungen möchte ich es als erwiesen annehmen, dass bei Aplysilla violacea kleine organische Körper von den ektodermalen Plattenzellen des Subdermalepithels aufgenommen, und den amöboiden Zellen, welche darunter liegen, übergeben werden. In diesen Zellen werden die aufgenommenen Körper verdaut, und es wandern die amöboiden Zellen, mit den unverdauten Resten zu den Geißelkammern, übertragen die Auswurfsstoffe auf die Kragenzellen, und diese stoßen dieselben aus.

Wenngleich es unzweifelhaft ist, dass ein Theil der Anfangs ausgestoßenen Karminkörnchen von Schwammzellen überhaupt nicht aufgenommen war, sondern sich in den Kanälen befand, so erscheint es mir doch gewiss, dass ein Theil dieser Körnchen in die Kragenzellen aufgenommen worden war, von diesen jedoch gleich wieder ausgestoßen wurde. Keines der Körnchen zeigte die geringste Veränderung und so möchte ich annehmen, dass das Plasma der Kragenzellen nicht die Fähigkeit zur Verdauung besitze, wie die Wanderzellen, durch deren

Einwirkung die später abgeschiedenen Karminkörnchen abgerundet worden waren.

Infusorien finden sich öfter in dem Subdermalraume und in den einführenden Kanälen. Sie gelangen ins Mesoderm der Haut und werden hier nach geraumer Zeit aufgelöst und von den Wanderzellen verschluckt, auch Diatomeenschalen fand ich zuweilen in den Wanderzellen.

Die Pigmentkörnchen möchte ich nicht als Reservenahrungsstoffe ansehen, sondern sie vielmehr als physiologisch den rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere vergleichbare Bildungen ansehen. Sie finden sich, außer in den Wanderzellen, wie oben erwähnt, auch in den Geißelkammern. Es wäre vielleicht zulässig anzunehmen, dass sie die, beim Stoffwechsel der Wanderzellen unbrauchbar gewordenen Theile enthalten, die dann den Kragenzellen übertragen, und hier durch die Athmung wieder in brauchbare Stoffe verwandelt oder ausgestoßen werden. Es ist wohl möglich, das beides zugleich geschieht, in welchem Falle den Kragenzellen die doppelte Funktion von Harnstoff und Kohlensäure abscheidenden Organen zukäme.

Es erscheint aus apriorischen Gründen nicht unwahrscheinlich, dass irgend ein Mittel zur Übertragung von oxydirter Substanz, aus den sich von allen Schwammzellen am thätigsten zeigenden Wanderzellen in die athmenden Kragenzellen, vorhanden ist. Wenn dies nun zugestanden wird, so muss es ein Körper sein, der in beiden Zellenarten vorkommt und solche Körper sind die Pigmentkörnchen. Natürlich fehlen die amöboiden Zellen in dem feinen Porenhäutchen.

Nach den obigen Angaben müssen die amöboiden Zellen zwischen der Haut und dem inneren Theile des Schwammes hin und her wandern. Da nun diese Wanderung nur in den verhältnismäßig dünnen Säulen, welche die Verbindung herstellen, stattfinden kann, sollte man erwarten, diese Verkehrsstraßen der Wanderzellen stets von ihnen erfüllt zu finden; dies ist jedoch nicht der Fall, und so müssen wir wohl annehmen, dass sich die amöboiden Zellen in dem Defilé so rasch bewegen, dass keine Stauung eintritt.

Außer diesen so wichtigen Elementen finden sich in der Haut der von mir untersuchten australischen Aplysinen auch Drüsenzellen.

Ich habe oben hervorgehoben, dass der oberflächliche Theil der Haut von Aplysilla violacea weder Wanderzellen noch Bindegewebszellen enthält: er wird von den Drüsenzellen ausgefüllt. Diese (Taf. XI, Fig. 12 *D*) bilden eine kontinuirliche Schicht unter dem Plattenepithel der äußeren Oberfläche. Sie fehlen jedoch unter den Epithelien der Hautporen und des Subdermalraumes. Eben so finden sich keine

Drüsenzellen in dem feinen Porenhäutchen, welches über den großen Hautporen hinzieht und auf den Spitzen der Conuli, wo dem Plattenepithel polyedrische Spongoblasten dicht anliegen.

Diese Zellen stimmen im Bau sehr nahe mit den Spongoblasten, welche sich an den Seiten der Hornfasern finden, überein. Es sind eigenthümliche rundliche Elemente, welche durch zwei bis fünf Stränge mit dem oberflächlichen Plattenepithel in Verbindung stehen. Hierbei können sie einfach sackförmig, oder am unteren Ende keulenförmig verdickt, birnförmig sein. Sie erreichen eine Breite von 0,0075 mm und eine Länge von 0,02 mm. Die Fortsätze sind stets gerade und stehen senkrecht auf die Oberfläche des Schwammes. Je mehr Fortsätze eine solche Zelle hat, desto dünner sind dieselben. Sie nehmen gegen den Zellkörper hin an Dicke zu und gehen allmählich in den Zellenleib über.

Das Plasma dieser Zellen enthält zahlreiche feine Körnchen, die hier und da, vorzüglich in dem centrifugalen Theile und in den Fortsätzen, zu größeren Körnchen zusammentreten. Der ovale Kern ist nach der Längenausdehnung der Zellen orientirt und erreicht dieselbe Größe wie die Kerne der amöboiden Zellen. Ein Nucleolus lässt sich in dem stets sehr deutlichen Kern nachweisen. An vollkommen unversehrten, besonders an unter Wasser mit Osmiumsäure bespritzten Hautpartien finden sich diese Zellen stets in der angegebenen Weise unter dem Epithel.

Schulze[1] giebt an, dass bei Aplysina aërophoba-Exemplaren, welche etwas gelitten hatten, die Epithelzellen entfernt seien, sich dafür aber ein abhebbares Häutchen, welches er »als eine cuticulare Abscheidung des Grenzzellenlagers ansehen möchte«, bilde. Ganz die gleiche Beobachtung habe ich an den australischen Aplysinen gemacht. Besonders ist Eintauchen frischer Krusten in destillirtes Wasser geeignet diese Wirkung hervorzubringen. An Schwämmen, welche eine Stunde in destillirtem Wasser gelegen hatten, war nicht allein das oberflächliche Plattenepithel entfernt, sondern es waren auch die Drüsenzellen, welche darunter lagen, viel kleiner geworden. Nach einer vierstündigen Einwirkung von destillirtem Wasser waren sie ganz geschwunden und mit denselben zugleich die Fremdkörper, welche zwischen ihnen lagen. Das Sekret, welches die Zellen erzeugten, bildete eine dicke schleimige Lage, in welche auch die Fremdkörper der Schwammhaut zu liegen kamen. Dieser deutlich sichtbare Schleim konnte mit dem Pinsel entfernt werden, bildete sich jedoch in der ersten Zeit immer wieder. Späterhin jedoch wurde kein Schleim mehr erzeugt, und wenn ich eine solche Kruste untersuchte, so zeigte es sich, dass die Drüsenzellen vollkommen geschwunden waren.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 392.

Nimmt man einen mit einer Schleimhülle überzogenen Schwamm aus dem Wasser, so erstarrt der Schleim bald zu einer hornartigen Masse, eine Erscheinung, die auch bei Einwirkung von Alkohol absolutus zu Tage tritt. Unter Wasser tritt ein solches Erstarren erst nach 24 Stunden ein, und es beginnt unter dieser hornigen, Sand und Spongiennadeln aus der Schwammhaut enthaltenden Cuticula sich ein neues Plattenepithel zu bilden. Man kann diesen Vorgang leicht verfolgen, wenn man eine Kruste auf einige Minuten in destillirtes Wasser legt und hierauf wieder ins Aquarium bringt. Nach einigen Tagen findet man dann unter der starken Cuticula ein Plattenepithellager, und unter diesem wieder Drüsenzellen. Nach ungefähr einer Woche wird die Cuticula abgeworfen und der Schwamm zeigt wieder jenen durch Fluorescenz hervorgebrachten karmesinrothen Schimmer, der sein Wohlbefinden ausdrückt. Viele von den Krusten, welche ich zuerst untersuchte, besaßen eine solche Cuticula. Es zeigte sich jedoch bald, dass diese, von den seichtesten Orten ihres Gebietes stammenden Exemplare durch starke Regengüsse, welche während der Ebbe niedergegangen waren, beschädigt sein mussten, da andere, aus tieferen Stellen derselben Gegend und auch Krusten, welche ich später von demselben Orte holte, keine Cuticula besaßen. Das Sekret der Drüsenzellen bildet also, wie Schulze (l. c.) vermuthungsweise hinstellt, »eine Schutzdecke gegen äußere Schädlichkeiten«.

Da nun das Sekret dieser Zellen zu einer Masse erstarrt, welche von dem Spongiolin der Hornfasern nicht unterschieden werden kann, und weil sie überdies, ihrer Gestalt nach, mit den Spongoblasten desselben Schwammes übereinstimmen, so möchte ich auch annehmen, dass sie wirklich den Spongoblasten vollkommen homolog und nur desshalb nicht analog sind, weil sich ihr Sekret ins Wasser ergießt.

Das Ablösen der Epithelschicht selbst dürfte nicht die primäre Erscheinung sein, sondern vielmehr durch das Entstehen und Anwachsen des Sekretes unterhalb derselben hervorgerufen werden, indem sich auf der Außenseite der Cuticula besonders dann noch Reste des Plattenepithels finden, wenn dieselbe noch ganz dünn, erst im Entstehen begriffen ist.

Auf welche Art ein Reiz von dem oberflächlichen Epithel übertragen wird, und die Drüsenzellen zur Sekretion, die kontraktilen Faserzellen zur Kontraktion veranlasst, lässt sich leider nicht angeben. Da aber eine solche Übertragung stattfinden muss, und die oberflächlichen Epithelzellen alle einander gleich sind, so wird wohl jeder in gewissem Sinne die Bedeutung einer »indifferenten Sinneszelle« zukommen.

Wie schon mehrfach erwähnt, finden sich zwischen den Drüsenzellen, sehr nahe dem Epithel der Schwammoberfläche, kleine Sandkörnchen und gebrochene Kieselnadeln anderer Spongien (Taf. XI, Fig. 9, 12 *F*). Alle die Fremdkörper sind der Oberfläche parallel orientirt, indem ihr größter Durchmesser dieser parallel liegt. Sie liegen alle in einer Fläche und sind alle gleich weit von der Oberfläche entfernt, so dass die Fläche, in der sie liegen, ebenfalls der Außenfläche parallel ist. Die größten Nadelbruchstücke erreichen eine Länge von 0,07 mm. Diese Fremdkörper liegen zunächst der Mitte der Hautbrücken zwischen den Hautporen. Sie werden, wie oben erwähnt, ausgestoßen und in die Cuticula aufgenommen, wenn der Schwamm schädlichen Einflüssen ausgesetzt wird.

Die Geißelkammerzone.

Wie Eingangs erwähnt, erfüllt die Geißelkammerzone keineswegs den ganzen unter dem Subdermalraume gelegenen inneren Theil des Schwammes: sie ist auf die oberen zwei Dritttheile beschränkt. In dem basalen Lakunensystem finden sich keine Geißelkammern. Das Grundgewebe, welches sich zwischen den Kanälen vorfindet, und in welchem sowohl Hornfasern wie Geißelkammern eingebettet sind, unterscheidet sich von dem gallertigen Bindegewebe der Haut nicht wesentlich. In einer vollkommen hyalinen und farblosen Grundsubstanz liegen unregelmäßig sternförmige Zellen, welche jedoch nur halb so groß sind als die entsprechenden Elemente im Hautgewebe. Sie liegen auch hier etwas dichter als dort und gehen in der Nähe der Kanäle in Faserzellen über. Auch diese Faserzellen sind kleiner als die Faserzellen der Haut und verlaufen zum Theil der Längsrichtung des betreffenden Kanales parallel, longitudinal, zum Theil schief und zum Theil cirkulär. Ob die Fasern zur Formveränderung oder zur Festigung der Kanalwände dienen, lässt sich schwer angeben. Ich halte es für zweifellos, dass die Kanalwände beweglich sind, und dann kann wohl keinem anderen Gewebe diese Funktion zugesprochen werden. Dies ist jedoch nur ein Negationsbeweis. Sie gleichen, wie oben hervorgehoben, den Elementen der Hornfaserscheiden so sehr, dass man beide für identisch halten muss. Letztere sind nicht Bewegungsorgane, erstere vielleicht nur zum Theil. Ich suche die Ursache für den bedeutenden Größenunterschied zwischen den Bindegewebselementen der Haut und der Geißelkammerzone darin, dass die ersteren dem Assimilationsherde näher, viel besser ernährt werden als die letzteren, in deren Bereich nur solche Wanderzellen kommen, die mit Auswurfsstoffen angefüllt sind. Wanderzellen findet man zwischen den Geißelkammern überhaupt verhältnismäßig selten, an ganzen Schnittserien oft nur ein Dutzend, so dass die Annahme wohl gerechtfertigt erscheint, dass weitaus der größte Theil aller Wanderzellen einer Kruste in jener Schicht liege, welche sich unter dem Subdermalepithel der Haut ausbreitet. Fibrillen, wie bei Aplysina, oder andere geformte Elemente kommen in der hyalinen Grundsubstanz zwischen den Bindegewebs- und Wanderzellen in der Geißelkammerzone von Aplysilla violacea nicht vor.

Außer den schmalen Gewebebrücken, durch welche diese centrale Zone mit der Haut einerseits, und dem basalen Lakunensystem andererseits zusammenhängt, heften besonders die Hornfasern die sonst sehr leicht von einander abhebbaren Schichten an einander. Die Konsistenz des Bindegewebes ist der der adriatischen Art ähnlich und es lässt sich eine besondere Festigkeit der Brücken, welche vielleicht vorhanden sein dürfte, morphologisch nicht nachweisen. Die Hornfaserscheiden, welche auch zum Bindegewebe gehören, werde ich unten besprechen.

Aus dem Obigen geht hervor, dass man diesen Schwammtheil einer durchlöcherten Platte vergleichen kann. Die Löcher — die Kanäle — werden überall von Epithel ausgekleidet. Das ektodermale Epithel der einführenden, drehrunden Gänge gleicht (Taf. XI, Fig. 13 *Ec*) dem Plattenepithel der Haut vollkommen, es ist eben so wie dieses überaus flach. Darunter liegen die Faserzellen. Würden nun hier, eben so wie an der Unterseite der Haut, sich Wanderzellen dem Epithel anlegen und die Plattenzellen selbst die Fähigkeit erlangen, Fremdkörper aufzunehmen und auf die Wanderzellen zu übertragen, so hätten wir in den einführenden Kanälen und der dazu gehörigen unteren Wandung des Subdermalraumes eben so verdauende Flächen vor uns, wie in der oberen Wandung des Subdermalraumes.

Es scheint mir nach den oben citirten Angaben nicht unwahrscheinlich, dass bei anderen Schwämmen die Nahrungsaufnahme in den einführenden Kanälen stattfindet, und dass diese Funktion sich bei Aplysilla violacea und den beiden anderen australischen Aplysinen zugleich mit der Ausbildung eines geräumigen Subdermalraumes auf eine Stelle — die Unterseite der Haut — lokalisirt hat. Es wäre sehr lohnend nachzusehen, ob auch bei anderen Spongien, welche einen geräumigen Subdermalraum besitzen, diese Lokalisirung eingetreten ist, doch eignen sich leider nicht alle Spongien zu Fütterungsversuchen. Ich glaube jedoch an einem Hircinia-ähnlichen Schwamme mit beträchtlichem Subdermalraume, ebenfalls an der Unterseite der Haut die verdauende Fläche gesehen zu haben, indem sich dort eine große Menge von Wanderzellen, in einer Schicht gelagert, vorfanden.

Es liegt nahe, dort eine morphologische Differenz von Epithelstrecken zu erwarten, wo eine physiologische Differenz besteht; allein es verhält sich hier eben so wie bei anderen wenig differenzirten Thieren: Die morphologische Differenz ist so unbedeutend, wenn überhaupt vorhanden, dass wir sie nicht wahrnehmen können. Alle ektodermalen Epithelien unserer Aplysilla sind einander gleich. Es ist dies ein Beleg dafür, dass das Plasma zunächst sich in seiner chemischen Eigenschaft ändert, differenzirt und dadurch eine Differenz in der Funktion verschiedener Gewebstheile eintritt; und dass die Form der Zelle erst sekundär, später beeinflusst wird und sich der neuen Funktion, oder der nun als Hauptfunktion auftretenden Wirkungsweise, durch Gestaltveränderung anpasst. Hierbei wird der nicht plasmatische Theil der Zelle als Organ des Zellplasmas gedacht. Dort, wo die Geißelkammern an der Kanalwand anliegen, lassen die Plattenzellen kleine, unregelmäßige Lücken zwischen einander frei: unter diesen liegen die Einströmungsporen der Geißelkammern. Ich habe oben die Gestalt und die Lagerungsverhältnisse der Geißelkammern beschrieben. Die Kragenzellen gleichen den von Schulze mehrfach beschriebenen durchaus, und ich verzichte auf eine Wiederholung der Schulze'schen Angaben. Sie erreichen sammt Kragen eine Höhe von 0,004 mm und sind etwa halb so breit. Der Kragen der sechseckigen Säulen, welche sie bilden, macht bei Flächenansichten den Eindruck, als ob jede Zelle durch eine dicke Zwischensubstanzlage von der Nachbarzelle geschieden wäre.

Die Bindegewebszellen in der Umgebung sind nicht zu Fasern geworden, sondern gleichen den übrigen sternförmigen Elementen vollkommen (Taf. XI, Fig. 13). Sie entsenden einen oder mehrere Fortsätze nach der Kragenzellenlage hin. Diese Fortsätze legen sich dicht an das Geißelkammerepithel an und umspinnen die Kammer mit einem engmaschigen Netze feinster Fibrillen. Diese Verhältnisse erinnern lebhaft an die Netze, welche die Ausläufer der sternförmigen Bindegewebszellen im Genitalbande von Cyanea Annaskala und besonders von Crambessa mosaika[1] in der Umgebung der Genitalprodukte bilden. Die Geißelkammern unseres Schwammes sind eben so wie die Wimperkörbe anderer zusammenziehbar. Ich habe oben auf die Veränderlichkeit in der Gestalt und Größe derselben hingewiesen. Diese Gestaltveränderungen werden jedenfalls durch die Kontraktion der Fibrillen jenes Netzes bewirkt, welches die Geißelkammern umspinnt.

---

[1] R. v. Lendenfeld, Coelenteraten der Südsee. Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 534.

Gegen die weite Mündung hin wird das entodermale Kragenzellenepithel niedriger. Während die hohen Zellen stets mit violetten Pigmentkörnchen angefüllt sind, und dies zuweilen so sehr, dass der kugelige Kern kaum sichtbar ist, erscheinen die Zellen am Mundrande körnchenarm. In den äußersten randständigen Zellen fehlen die Pigmentkörnchen stets. Diese äußersten Zellen entbehren auch des Kragens, der mit der Höhe der Zelle gleichmäßig an Größe abnimmt. Die Zellen des Geißelkammermundes bilden eben den Übergang von den Kragenzellen zu den Plattenzellen, welche das ausführende Kanalsystem bekleiden. Nach den Ausführungen Schulze's[1] war ein solcher allmählicher Übergang von dem entodermalen Geißelkammerepithel in das entodermale Epithel der wasserabführenden Kanäle von vorn herein anzunehmen.

Die unregelmäßigen, nach abwärts ziehenden Abflusskanäle sind von einem Plattenepithel ausgekleidet, welches sich in so fern von den ektodermalen Schwammepithelien unterscheidet, als es aus höheren und nicht so breiten Elementen zusammengesetzt wird. Die Zellen platten sich gegenseitig ab, so dass sie in der Flächenansicht polygonal erscheinen, die meisten sind sechseckig und gleich groß, so dass das Netzwerk der durch Silber kenntlich gemachten Zellgrenzen überaus regelmäßig erscheint. Die sechseckigen, oben und unten von ebenen Flächen begrenzten und demnach in der Mitte nicht dickeren Platten, erreichen einen Durchmesser von 0,004 und eine Dicke von 0,001 mm. Jede trägt eine lange Geißel, die auch dann noch sich eine Zeit lang bewegt, wenn man den Schwamm zerquetscht hat. Die Zellen werden von Plasma ganz ausgefüllt und enthalten einen platten, Rotationsellipsoid-ähnlichen Kern, dessen größter Durchmesser 0,001 mm beträgt. Diese Kerne sind nach der Flächenausdehnung der Zellen orientirt.

Alle ausführenden Kanäle der Geißelkammerzone sind mit solchem Epithel bekleidet, nur das Epithel des Oscularrohres ist hiervon verschieden und gleicht mehr dem plasmaarmen Ektodermepithel; ich werde unten hierauf zurückkommen.

Die basale Lakunenzone.

Wie oben geschildert, gehen die nahezu vertikalen Ausführungsgänge unten in ein Lakunensystem über, eben so, wie dies bei den

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Plakiniden. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. p. 438.

Plakiniden[1] der Fall ist. Wie dort ist dieser Theil des Schwammes der Träger der Genitalorgane, welche in kugeligen Anschwellungen der Bindegewebebrücken zwischen den geräumigen Lakunen liegen (Taf. XI, Fig. 14 *S*). Die histologischen Verhältnisse stimmen mit denen der Geißelkammerzone in so fern überein, als das Bindegewebe die gleiche Beschaffenheit hat wie dort. Einführende Kanäle und Geißelkammern fehlen hier vollständig. Das entodermale Epithel der Lakunenwände ist nicht so plasmareich, wie das der Kanäle der Geißelkammerzone, und platter, so dass es eben so wie das Epithel des Oscularrohres mehr dem Epithel der einführenden Kanäle gleicht. Die Faserlage unter dem Epithel ist nicht sehr mächtig, übertrifft aber an Dicke die Faserlamellen der Geißelkammerzone. Von der Unterlage wird der Schwamm durch eine kontinuirliche, aber an verschiedenen Stellen, verschieden dicke Hornplatte getrennt, welche, wie oben hervorgehoben, große Sandkörnchen umschließt. Ich werde diese Basalplatte im Zusammenhange mit den Hornfasern besprechen.

Das gerade, kreiscylinderförmige vertikale Oscularrohr hat in seinen Wandungen keine Öffnungen, so dass also in der Geißelkammerzone keine Seitenäste in dasselbe münden. Am unteren Ende geht es plötzlich in das horizontal ausgebreitete Lakunensystem über (Taf. XI, Fig. 14). In dieser Beziehung weicht also Aplysilla violacea von anderen Hornschwämmen, und auch von den adriatischen Arten derselben Gattung ab.

Die Genitalprodukte.

Den wichtigsten Bestandtheil dieser Schwammpartie bilden die Genitalorgane.

Aplysilla violacea ist hermaphroditisch, eben so wie dies Schulze[2] für Selenka's Spongelia cactos, meiner Dendrilla rosea, nachgewiesen hat. Jedoch wird einer Selbstbefruchtung dadurch vorgebeugt, dass in den Krusten die männlichen und weiblichen Genitalorgane nicht zu gleicher Zeit, sondern die ersteren um 14 Tage früher zur Reife gelangen als die letzteren. Man findet neben reifen Spermaballen gewöhnlich junge Eier, neben reifen Eiern jedoch niemals Spermaballen. Die Geschlechtsreife tritt im australischen Herbst ein. Aplysilla violacea ist nicht sehr fruchtbar, und es ist meist nöthig mehrere Schnitte zu untersuchen ehe man Genitalprodukte findet. In Schnitten von durchschnittlich 0,3—0,6 mm Dicke findet man zuweilen zwei gleichnamige Genitalkugeln, welche dann 2—4 mm von einander entfernt sind. Es wäre somit für je neun Quadratmillimeter Schwammoberfläche etwa eine Genitalkugel anzunehmen. Was die Fruchtbarkeit anbelangt, besteht zwischen alten und jungen, hohen und niedrigen Krusten kaum ein merklicher Unterschied.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Plakiniden. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. p. 407 ff.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 418.

Ich werde mit der Besprechung der weiblichen Genitalorgane beginnen. Während bei den meisten anderen Hornschwämmen, und auch bei Aplysilla sulfurea [1], die Eier einzeln in einem follikelähnlichen Sack liegen, finden sich bei unserer Art die Eier in kugelförmige Haufen zusammengedrängt (Taf. XII, Fig. 17), welche von eben so gestalteten Kapseln umschlossen werden. Das Epithel des Eiersackes gleicht dem von Schulze (l. c.) beschriebenen Follikelepithel der adriatischen Art. Es besteht aus plattenförmigen Bindegewebszellen und ist somit eine mesodermale Bildung und als Endothel aufzufassen. Die Zellen, welche es zusammensetzen, platten sich gegenseitig polygonal ab. Es sind 0,01 mm breite und in der Mitte 0,007 mm hohe Elemente. Gegen den Rand zu werden sie allmählich dünner. Sie sind ganz von Plasma, welches jedoch nicht so körnchenreich ist wie bei der adriatischen Art, erfüllt. Der flache ellipsoidische Kern hat einen größten Durchmesser von 0,0015 mm und liegt in der Mitte der Zelle, dort wo dieselbe am dicksten ist. Eben so, wie dies Schulze (l. c.) für Aplysilla sulfurea beschreibt, gehen auch bei der australischen Art die platten Zellen allmählich in die gewöhnlichen sternförmigen Bindegewebszellen über. Das Endothel besteht nicht aus einer einzigen Schicht von Plattenzellen, sondern es liegen mehrere Schichten hinter einander (Taf. XII, Fig. 18), und zwar so, dass unter den dünnen Rändern der einen Schicht die verdickten Centraltheile der Zellen der nächsten Schicht zu liegen kommen. Die dem Eihaufen zunächst befindlichen Schichten liegen dicht an einander, nach außen zu schieben sich immer breitere Lagen gallertiger Grundsubstanz zwischen die Zellen ein, so dass also in der Lage der Zellen eben so ein allmählicher Übergang von der Kapsel zum gewöhnlichen Mesoderm stattfindet, wie wir ihn für die Form derselben kennen gelernt haben.

Von der inneren, freien Fläche dieser Genitalkapsel nun gehen Endothelpartien ab, welche das Lumen der Kapsel in zahlreiche Fächer theilen. Die Zellen, welche diese Septen bilden, gleichen den Elementen der äußeren Hülle. Es sind jedoch keineswegs ausschließlich Plattenzellen; im Gegentheil ist die Form derselben sehr verschieden, indem neben den platten, auch keilförmige, tetraedrische und unregelmäßige Zellen in den Septen vorkommen (Taf. XII, Fig. 18). Diese Scheidewände lassen kugelförmige Hohlräume zwischen einander frei. Dort, wo die Wände am dünnsten sind, in der Verbindungslinie der Kugelmittelpunkte, werden sie einschichtig, sind aber überall sonst mehrschichtig.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 413, 414.

Der Durchmesser der Hohlräume schwankt je nach der Reife der Eier und ist stets an Präparaten bedeutend größer als der Durchmesser des Eies selbst. Ob und in wie weit diese Erscheinung auf eine durch Reagentienwirkung verursachte Schrumpfung des Eies zurückzuführen ist, lässt sich zwar nicht feststellen, allein es ist, wie aus dem Folgenden hervorgeht, sicher, dass ein wenn auch viel kleinerer Raum zwischen Ei und Wand im Leben vorhanden ist.

In den so gebildeten kugelförmigen Kapseln nun liegen die Eier. Sie sind Anfangs kugelig (Taf. XII, Fig. 18), platten sich jedoch später bei zunehmendem Wachsthum gegen einander ab. Sie sind durch eine Zelle (Taf. XII, Fig. 18 *S*) am Follikelepithel befestigt. Diese Stielzelle ist cylindrisch, 0,003 mm lang und halb so dick. In der Mitte erscheint sie eingeschnürt. Sie ist ganz von körnigem Plasma erfüllt und enthält am wandständigen Ende einen kugeligen Kern. Dieser Stiel beweist die Existenz eines Hohlraumes in der Umgebung des Eies.

Die kugelige Eizelle selbst ist deutlich doppelt konturirt und besitzt somit eine Haut. Radialporen konnte ich in derselben nicht nachweisen. Das Plasma ist in jungen Eiern, wie sie die Figur darstellt, feinkörnig, der Kern eiförmig mit einem größten Durchmesser von 0,003 mm. Der Kern enthält zwei bis drei stark lichtbrechende Nucleoli und ist excentrisch stets in jenem Theile des Eies gelagert, welcher der Stielzelle zunächst liegt. Es erscheint somit gerechtfertigt, die Stielzelle den Palissadenzellen an den Eiern der Medusen zu vergleichen. In wie weit jedoch alle diese Zellen durch Übertragung von Nahrung beim Wachsthum des Eies wesentlich sind, lässt sich in beiden Fällen nur hypothetisch dahin beantworten, dass die Stiel- und Palissadenzellen einen großen Einfluss auf die Eizellen ausüben, weil stets die Lage des Nucleus durch die Lage dieser Zellen determinirt erscheint.

Wie Schulze[1] für die Eier von Aplysilla sulfurea annimmt, entstehen auch die Eier der australischen Art aus amöboiden Wanderzellen, also aus dem Mesoderm.

Man findet bei der Durchmusterung von Schnitten öfters mehrere solcher Wanderzellen, die sich durch ihre Armuth an Pigmentkörnchen auszeichnen, an einer verdickten Stelle einer Gewebebrücke zwischen den basalen Lakunen angehäuft. Ob diese Zellen von einer herrühren, die sich an Ort und Stelle erst theilt, oder ob sie von mehreren abstammen, lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen. Jedenfalls vermehrt sich die Zahl der sich vergrößernden Eizellen. Anfangs sind die jungen Eizellen klein und rundlich und enthalten spärliche violette Pigmentkörnchen, sie gleichen in der Größe den amöboiden Zellen vollkommen. Bald nehmen sie die ausgezeichnete Kugelgestalt an, welche ich in Figur 18 dargestellt habe, und erhalten eine Eihaut. Um diese Zeit findet sich die größte Zahl von Eiern in dem Eierhaufen, dessen Kapsel schon jetzt ausgewachsen ist und 0,5 mm im Durchmesser hält. Da nun alle Eier auf der gleichen Entwicklungsstufe stehen, so lässt sich mit Bestimmtheit annehmen, dass in den späteren Stadien der Entwicklung keine neuen amöboiden Zellen zu dem Eierhaufen hinzutreten, dass also die Zahl der jungen Eier sich durch Theilung einer einzigen, oder der wenigen, ursprünglich zur Bildung des Eihaufens zusammengetretenen Wanderzellen vermehrt.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplisinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 414.

Während dieser Vorgänge gestalten sich die sternförmigen Bindegewebszellen in der Umgebung des Eierhaufens zu Plattenzellen um. Zu gleicher Zeit vermehren sie sich auch so lebhaft, dass sie die Grundsubstanz ganz verdrängen, sie wuchern zwischen die jungen Eizellen hinein und bilden die Septen.

Da sich nun die Eier fortwährend vergrößern, die Kapsel aber unverändert bleibt, so muss die Zahl der Eier abnehmen, was denn auch geschieht. Es ist dies sehr auffallend, indem zu der Zeit, wann die Kapsel bereits ihre volle Größe erreicht hat, etwa vierzig, und zuletzt, ehe die Embryonen die Kapsel verlassen, nur vier in einer Kapsel enthalten sind. Die Figur 17 (Taf. XII) stellt ein Stadium mit 15 Eiern dar. Leider beginnen sich bald nach der Ausbildung der Kapsel so viele Pigmentkörnchen in der Hülse und in den Eiern abzulagern, dass die Details der weiteren Vorgänge nicht verfolgt werden können. Jedenfalls haben wir es mit einem Fall zu thun, wo bereits weit entwickelte Eikeime rückgebildet, und als Nährmaterial für die sich weiter entwickelnden Eier aufgebraucht werden. Dieser Vorgang, wenn ein ontogenetisches Bild der Stammesgeschichte, würde auf eine Reduktion der Zahl der Embryonen unserer Aplysilla während ihrer phylogenetischen Entwicklung hindeuten. Ich möchte diese Entwicklungsart der Eier eher mit der bei Angiospermen vorkommenden Polyembryonie als mit den von Weismann für Daphniden oder den von Spengel für Bonellia nachgewiesenen Verhältnissen vergleichen. Die große Undurchsichtigkeit der reifenden Eier macht es leider unmöglich in die Detailvorgänge einen tieferen Einblick zu erlangen.

Die Befruchtung findet innerhalb der Genitalkapsel statt, wo auch die ersten Furchungsstadien durchlaufen werden. Der bewimperte Embryo scheint sich noch längere Zeit nach dem Ausschlüpfen in den basalen Lakunen aufzuhalten. Ich fand öfters in dicken Schnitten mehrere Embryonen an die Lakunenwände gepresst in großer Entfernung von den Genitalkapseln.

Da auch die Embryonen ganz schwarz und undurchsichtig waren, konnte ich keinen Einblick in die feineren Bauverhältnisse derselben erlangen.

Die männlichen Genitalprodukte (Taf. XI, Fig. 14 *S*) gleichen den weiblichen durchaus, wenn wir statt der Eier uns Spermaballen vorstellen. Diese Ballen sind kugelförmig und zeigen dieselbe strahlige Anordnung der Spermatozoidenschwänze, welche SCHULZE[1] für die adriatische Aplysilla beschreibt. Diese radiale Anordnung wird eben so wie ich dies für die Spermaballen der Cyanea Annaskala nachgewiesen habe[2], durch ein Auseinanderweichen der Abkömmlinge der Spermaballenmutterzelle und durch die Bildung einer blastulaartigen Zellenlage, von deren Innenrande dann die Schwänze gegen den Mittelpunkt der Blase ragen, bedingt. Was die Form der Spermafäden anlangt, verweise ich auf die Angaben SCHULZE's (l. c.) über Aplysilla sulfurea, die auch für die australische Art zutreffen. Eine deutliche radiale Streifung, welche kurz vor der Ausbildung der Spermatozoiden auftritt, erkennt man erst, nachdem die Zahl der Follikel auf acht gesunken ist. Diese acht Follikel bleiben nun bis zur völligen Reife der Samenfäden, und es unterscheiden sich demnach die reifen männlichen und weiblichen, übrigens gleich großen Genitalkapseln dadurch, dass die ersteren vier Kugeln — Eier, die letzteren acht Kugeln — Spermaballen enthalten. Selbstverständlich ändert diese Differenz nichts an der Äquivalenz eines Spermaballens mit einem Ei.

Die Hornfasern.

Die Hornfasern von Aplysilla violacea, welche äußerlich ziemlich nahe mit denen der adriatischen Arten übereinstimmen, zeigen doch einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Sie sind echte Aplysinidenfasern und somit aus einer verhältnismäßig dünnen hornigen

---

[1] F. E. SCHULZE, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 412, 413.

[2] R. v. LENDENFELD, Über Coelenteraten der Südsee. Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 535.

Rinde und einem dicken Marke zusammengesetzt, enthalten aber nie Fremdkörper. Die Rinde besteht aus Spongiolin, ist hyalin und durchsichtig, ziemlich fest und in warmer Kalilauge ziemlich leicht löslich. Sie ist geschichtet und besteht somit aus in einander geschachtelten verschieden stark lichtbrechenden Lagen. Das Mark ist eine feinkörnige bröckelige Masse und lässt keine Spur von cylindrischer Schichtung erkennen. Wie oben erwähnt, entspringen die Hornfasern aus einer kontinuirlichen Hornplatte, welche überall den Schwamm von seiner Unterlage trennt. Diese Hornplatte ist in so fern wichtig, als sie für das Verständnis der Verwandtschaftsbeziehungen der Gattungen Dendrilla und Aplysilla, wie wir unten sehen werden, wichtig erscheint. Für Aplysilla sulfurea hat Schulze keine solche Basalplatte beschrieben. Die Basalplatte ist überaus dünn. Man findet in der Nähe der Krustenränder eine Spongoblastenschicht auf derselben, in den mittleren Partien der Krusten jedoch sind Spongoblasten nicht nachweisbar. An jenen Stellen, wo die oben beschriebenen großen Sandkörner der Basalplatte eingelagert sind, so wie überall da, wo die Spongiolinplatte kleine Vertiefungen der Unterlage ausfüllt und somit dicker ist, zeigt sie die gleiche Schichtung wie die Hornfaserrinde.

Markähnliche Theile finden sich nicht in der Basalplatte. Die Spongoblasten der Randtheile gleichen denen der Hornfasern vollkommen. Zwischen der Hornplatte mit ihren Spongoblasten und dem übrigen Schwammkörper ist eine dünne Schicht von Faserzellen, die sich unregelmäßig kreuzen, nachweisbar. Obwohl sich diese Faserplatte stellenweise sehr scharf von dem anstoßenden Bindegewebe mit sternförmigen Zellen abgrenzt, lässt sich doch auch, besonders an den Krustenrändern, zuweilen ein ähnlicher allmählicher Übergang von der einen zu der anderen Form der Bindegewebszellen nachweisen, wie ich ihn für die faserigen Kanalwände oben beschrieben habe.

Die Hornfasern selbst (Taf. X, Fig. 7, Taf. XI, Fig. 10 u. 11) zeichnen sich in ihrem feineren Bau zunächst dadurch aus, dass Rinde und Mark nicht allmählich in einander übergehen, sondern von einander sehr scharf getrennt erscheinen. Die einzelnen Lagen der Rindenschicht gehen nicht kontinuirlich in die Lagen der Basalplatte über, sondern übergreifen letztere und keilen sich am Rande der trompetenförmig verbreiteten Basalpartie der Faser aus. Sie sind somit später gebildet worden als die Basalplatte.

Schulze's Abbildung[1] einer Faser von Aplysilla violacea zeigt, dass hier die Rindenlagen an den Verzweigungsstellen nicht unterbrochen sind. Es ist also der Markraum des jüngeren Zweiges von dem Markraume der Stammfaser getrennt und die Art dieser Trennung macht eben eine Unterscheidung der älteren Stämme von den jüngeren Zweigen möglich. Bei der australischen Art nun ist dies nicht der Fall, und die Markräume aller Äste kommuniciren mit dem Marke der basalen, dicken als Hauptstamm anzusehenden Faserpartie. Es schließt sich somit Aplysilla violacea in dieser Beziehung an Aplysina[1] an, deren Markräume ebenfalls unter einander zusammenhängen.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. Taf. XXIII, Fig. 19.

Während bei der adriatischen Art die kuppelförmigen Marklagen überaus regelmäßig, in gleichen Abständen angeordnet, und unter einander daher gleich groß sind (vgl. Schulze's Abbildung, l. c.), erscheinen die einzelnen Markpartien der australischen Art unter einander sehr verschieden lang und wir vermissen in ihrer Anordnung jegliche Regelmäßigkeit.

Ein weiterer Unterschied ergiebt sich daraus, dass bei unserem Schwamm die Markkuppeln eine Strecke weit in einer geraden Linie liegen, und dass an Biegungsstellen der Hornfasern die obere Partie seitlich der Endkuppel der unteren Partie aufsitzt (Taf. XI, Fig. 11), während bei Aplysilla sulfurea die Kuppeln durch allmähliches Abweichen von der Richtung an der Basis der Hornfasergestalt sich anpassen. In Folge hiervon erscheint das Mark der adriatischen Art gebogen, das der Aplysilla violacea hingegen gebrochen.

In dem centrifugalen Ende der geraden Gruppen von Markkuppeln finden sich Zellen, welche, besonders in den älteren Partien, deutliche Zellgrenzen aufweisen. Da nun die jüngeren Hornfasertheile viel unregelmäßiger gebaut sind als die älteren, und im Gegensatze zu diesen vielfach gekrümmt erscheinen, ist auch das Mark in den Endtheilen viel mehr gebrochen und es finden sich hier auch zahlreichere und näher an einander gerückte kuppelförmige Zellgruppen, die aber kleiner sind als die centripetalen und deren Elemente keine deutlichen Zellgrenzen erkennen lassen. Die Endtheile der Hornfasern sind weit schmächtiger als die basalen Partien und es ist auch das Mark hier viel dünner als an der Basis. Ich verweise auf die sorgfältigen Messungen Schulze's[2] an Aplysina, welche auch die bei unserer australischen Aplysilla bestehenden Verhältnisse illustriren. Selbstverständlich sind bei unserer Art die Zahlen andere, allein die Verhältnisse ähnlich (Taf. XI, Fig. 11). Schulze (l. c.) schließt nun daraus, dass das Mark sich bei zunehmendem Alter der Hornfasern vergrößert, auf ein Wachsthum der Fasern durch Intussusception, neben dem von ihm[1] nachgewiesenen Wachsthum durch Apposition. Ich habe mich hierüber an anderem Orte[2] ausgesprochen und werde unten ausführlich hierauf zurückkommen.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. Taf. XXII, Fig. 12.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 399 ff.

Unten endet das Mark abgerundet (Taf. XI, Fig. 11), zuweilen auch etwas kolbig verdickt; man kann an dieser Stelle deutlich erkennen, dass die Markoberfläche die Begrenzungsflächen der Spongiolinlagen der Basalplatte schneidet, und die Markhöhle somit später gebildet worden sein muss als die Hornsubstanz an derselben Stelle.

Die Hornfasern sind in ihrer ganzen Länge, nicht allein in der Nähe der Enden, mit einem Mantel von Zellen bekleidet, welche den oben als Drüsenzellen der Haut beschriebenen Elementen gleichen. Es sind Spongoblasten. Durch ihre secernirende Thätigkeit werden die Spongiolinlagen als cuticulare Ausscheidungen eben so gebildet, wie von den Hautdrüsenzellen die hornige Cuticula. Schulze[3] hebt hervor, dass an der Spitze der Hornfasern, wo jedenfalls die lebhafteste Sekretion stattfindet, die der Hornfaser zunächst liegenden Zellen nicht, einem Cylinderepithel vergleichbar, die Faseroberfläche überziehen, sondern einen mehrschichtigen, aus polyedrischen Elementen zusammengesetzten Haufen bilden.

Solche Zellhaufen finden sich sowohl in den Conuli, wie auch an den Vegetationsspitzen jener Faserzweige, welche mit ihren Enden die Schwammoberfläche nicht erreichen. Betrachten wir zunächst solch einen Zellhaufen in einem Conulus. Ein Längsschnitt durch die Spitze desselben liefert ein übersichtliches Bild des Verhältnisses, in welchem der die Hornfaserspitze überwölbende Zellhaufen zu seiner Umgebung steht. Er ist in der Mitte am dicksten und verdünnt sich gegen die Ränder hin derart, dass er im Längsschnitt der Mondsichel gleicht. Am unteren Kuppelrande nehmen seine Elemente die Form der gewöhnlichen Spongoblasten an und ordnen sich in eine Schicht, die kontinuirlich in den Spongoblastenmantel übergeht. Auf dieselbe Weise gehen die Zellen der Endkuppel aber auch in die Drüsenzellenschicht über, welche sich unter dem ektodermalen Plattenepithel der äußeren Hautfläche ausbreitet. Besonders ist es diese Thatsache, welche die oben angegebene Vermuthung stützt, dass die Hautdrüsenzellen den

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Spongidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 635.

[2] R. v. Lendenfeld, Das Hornfaserwachsthum der Aplysinidae. Zoologischer Anzeiger Nr. 126.

[3] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Spongidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 638.

Spongoblasten homolog seien, und dass der von ihnen abgeschiedene Schleim noch weiches Spongiolin ist, welcher mit der Zeit zu echtem Spongiolin erstarrt. Kölliker[1] hat angegeben, dass die Hornsubstanz der Fasern direkt in jene hornartige Cuticula übergeht, welche er von der Oberfläche der Hornschwämme beschreibt. Ich habe Ähnliches an Aplysillen beobachtet und kann nun die obige, vollkommen richtige Angabe Kölliker's erklären. Es wurde oben erwähnt, dass die Drüsenzellen der Haut verschwinden, nachdem sie eine Weile Schleim secernirt haben. Das Gleiche geschieht auch mit den polyedrischen Spongoblasten an der Vegetationsspitze der Hornfaser im Conulus. Das Plattenepithel wird abgestoßen, und der darunter gebildete Schleim geräth, sobald die polyedrischen Spongoblasten verschwunden sind, mit der ebenfalls noch weichen Spitze der Hornfaser in Kontakt. Die gleichartigen Substanzen kleben nun zusammen und es geht, wenn die abgeschiedene Schleimschicht erstarrt ist, die Hornfaser kontinuirlich in jene Cuticula über, welche sich jetzt über die neu gebildeten Epithel- und Drüsenzellen ausbreitet. Es ist wahrscheinlich, dass Kölliker Schwämme untersuchte, welche etwas gelitten hatten und solche dürften eben so wie Aplysilla violacea-Exemplare, welche schädlichen Einflüssen ausgesetzt waren, einige Zeit hindurch eine hornige Cuticula besitzen, welche mit den Hornfaserspitzen im Zusammenhange steht.

Die Hornfaser sammt ihrem Spongoblastenmantel ist von einer Faserhülle umgeben, welche sich oft recht scharf von dem umgebenden gallertigen Bindegewebe absetzt. Die Elemente dieser Hülle, die nur die Hornfaserspitzen, welche Conuli bilden, frei lassen, gleichen den Faserzellen der Haut und der Kanäle. Hier und da gehen von dieser Hülle mehr oder weniger starke Stränge von Faserzellen ab, die glatten Muskeln täuschend ähnlich sehen. Ob diesen eine festigende oder motorische Funktion zukommt, lässt sich nicht feststellen. Die Zellen dieser Stränge gehen auf die Weise in die Zellen der Hülle über, dass die den Übergang bildenden Elemente gekrümmt sind, während alle anderen gerade gestreckt erscheinen. Diejenigen Hornfaserenden, welche nicht Conuli bilden und im Schwamminneren liegen, werden von dem Bindegewebemantel eben so bedeckt, wie bei Dendrilla rosea, wo ich diese Verhältnisse beschreiben werde, da bei Aplysilla violacea fast alle Fasern die Oberfläche erreichen und daher diese Bildungen nur selten aufgefunden werden können.

---

[1] Kölliker, Icones histologicae. Bd. I. p. 51 ff.

Dendrilla nov. gen.

Ich stelle die Gattung Dendrilla für zwei Aplysilla-ähnliche Spongien mit baumförmigem Hornfasergerüst, wie dies der Name ausdrücken soll, auf. Es ist aus den Eingangs erwähnten Gründen schwer, die Beziehungen von Dendrilla zu den anderen Aplysinidengattungen festzustellen. Besonders sind es die drei Gattungen Dendrospongia Hyatt, Darwinella Fr. Müller und Janthella Gray, welche hier in Betracht kommen. Während sich die Fr. Müller'sche Gattung durch den Besitz von freien Hornbildungen[1] auszeichnet und hierdurch jedenfalls generisch von unseren Dendrilla-Arten unterscheidet, könnte sich eine größere Übereinstimmung zwischen unseren Schwämmen mit Dendrospongia und mit der Gray'schen Gattung Janthella ergeben. Für beide wird eine unregelmäßige Anordnung der Hornfasern und eine besondere Dicke der Spongiolinschicht derselben betont[2]. Die feste Hornrinde der Fasern unserer Dendrillen ist jedoch nicht dicker als bei Aplysilla oder Aplysina, und die Hornfasern bilden jedenfalls nicht »iregular anastomosis«, wie dies Hyatt (l. c.) als eine Haupteigenschaft der Hornfasern von Dendrospongia beschreibt, sondern gar keine Anastomosen. Nur an wenigen Stellen verkleben zuweilen zwei Äste des Hornbaumes, welcher das ganze Skelett bildet, wenn sie bei ihrem Wachsthum sich zufällig an irgend einer Stelle berührten. Eben so wenig lässt sich an den Skeletten unserer Schwämme die für Janthella charakteristische Form[3] nachweisen. Obwohl die Fasern nicht besonders dick sind, wie dies für Hyatt's (l. c.) Janthellidae bezeichnend ist, halte ich es doch nicht für unwahrscheinlich, dass Janthella mit Dendrilla ziemlich nahe verwandt ist. Auf die »Eigenthümlichkeit« der Dendrospongien, runde Hornfasern im Gegensatze zu den platten Fasern von Aplysina zu besitzen, welche Hyatt (l. c.) betont, brauche ich nach der Schulze'schen[4] Kritik nicht näher einzugehen.

Die wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der Dendrillen sind folgende:

1) Das mesodermale Bindegewebe enthält keine Körnchen und ist hyalin wie bei Aplysilla.

2) Die Geißelkammern sind groß, sackförmig und radial angeordnet.

---

[1] Fr. Müller, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. I. p. 344 ff.

[2] Alpheus Hyatt, Revision of North American Poriferae etc. Memoirs of the Boston society of natural history. Bd. II. 4. Theil. Nr. 2. p. 399.

[3] Gray, Proceedings of Zoological society of London. 1869. p. 49.

[4] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 399.

3) Die Genitalprodukte liegen in unregelmäßig gestalteten Gruppen, die Dendrilla-Arten sind Zwitter.

4) Es sind große Subdermalräume nicht allein unter der äußeren Haut, sondern zuweilen auch unter den Wandungen des Oscularrohres entwickelt.

5) Die Dendrilla-Arten sind nicht krustenförmig sondern klumpig und sitzen mittels eines verhältnismäßig dünnen Stieles der Unterlage auf.

6) Die Hornfasern sind markhaltige Spongiolinröhren von kreisrundem oder sternförmigem Querschnitt und bilden zusammen ein baumförmiges Gerüst, dessen Stamm eine Dicke von 5 mm erreichen kann und mittels einer großen Hornplatte an der Unterlage befestigt ist.

Dendrilla rosea nov. spec.

In Port Philip, so wie im Hafen von Glenely bei Adelaide, finden sich in Tiefen von 5—10 Meter und darüber, auf steinigem Grunde, klumpige rosenrothe Schwämme, welche die Größe einer Kokosnuss erreichen. Gewöhnlich sind diese Spongien faustgroß. Kleinere Exemplare erlangt man selten, wahrscheinlich weil das Dredgenetz darüber hinwegstreicht und weil sie auch bei Stürmen seltener von der Unterlage losgebrochen werden dürften.

Die Farbe unseres Schwammes (Taf. X, Fig. 4) kann am besten als matt rosenroth bezeichnet werden, sie ist an allen Theilen der Schwammoberfläche gleich, und sehr konstant. Die Conuli erscheinen bei durchfallendem Licht orangeroth. Das Innere des Schwammes hat eine ähnliche nur etwas mattere Farbe als die Oberfläche.

Der unregelmäßig klumpige Schwamm sitzt auf einem Stiele, der jedoch erst bei großen Exemplaren als solcher erkennbar wird, bei kleineren hingegen nur als eine schwache Einschnürung des Schwammkörpers über der Anheftungsstelle erscheint. Diese eingeschnürte basale Schwammpartie bleibt gleich groß, während der distale Theil des Schwammes an Größe zunimmt, und so kommt es, dass große Schwämme mehr gestielten, kleine hingegen ungestielten mit breiter Basis aufsitzenden Klumpen gleichen. Der Stiel hat einen Durchmesser von 15 mm.

Die Oberfläche gleicht der von Aplysilla, nur sind hier die Conuli höher und weiter von einander entfernt, auch sind sie nicht, wie dort, regelmäßig vertheilt. Sie schließen in Folge dessen auch nicht regelmäßig dreieckige Felder zwischen sich ein.

Die einander zunächst stehenden Conuli werden durch erhöhte Kanten verbunden, welche dann die Seiten der Felder bilden. Die

Conuli erreichen eine durchschnittliche Höhe von 5 mm über die Felder und sind 10 mm von einander entfernt.

Mit der Lupe erkennt man in den konkaven Feldern zahlreiche dunkle Flecken, die eben so wie bei Aplysilla violacea den Hautporen entsprechen (Taf. XII, Fig. 16). Diese Poren sind rund und haben nie die nahezu polygonale Gestalt der Poren von Aplysilla. Es sind die Hautbrücken zwischen den Löchern eben so breit, wie die Löcher selbst. Der Durchmesser der letzteren schwankt viel mehr als bei Aplysilla violacea. Er beträgt, wenn die Poren weit geöffnet sind, 0,06 mm, kann sich aber bis auf die Hälfte verkleinern. Mit der Verkleinerung der Poren geht meist eine Ausflachung der konkaven Felder Hand in Hand. Ich stehe nicht an, dieselbe als Folge der Kontraktion von Faserzellenbündeln anzusehen, die von den Conulis ausgehen und sich in der Haut ausbreiten.

Wie bei Aplysilla finden wir auf den Conuli und an den Firsten zwischen diesen keine Poren. Gewöhnlich kommen mehrere kleine und ein großes Osculum an den Schwämmen vor. Besonders sind kleine Schwämme reich an Osculis, während gerade die größten stets nur ein Osculum, am distalen Ende, besitzen. Die Oscularränder ragen nicht über die übrige Oberfläche des Schwammes vor. Der Durchmesser des Osculums eines 180 mm hohen Schwammes, des größten, den ich erhielt, betrug 16 mm. Kleinere Schwämme, von Faustgröße, haben ein Osculum von 8—10 mm Durchmesser. Kleine Exemplare, wie das abgebildete, besitzen an den Seiten 4—5 mm weite Oscula in beträchtlicher Anzahl und ein kaum größeres an dem distalen Ende.

Das Hornfasergerüst junger Exemplare lässt sich auf das Skelett von Aplysilla zurückführen, und ich werde desshalb mit der Beschreibung eines solchen beginnen. Während frische lebendige Dendrilla rosea-Exemplare nicht leicht zu bekommen sind, findet man stets in angeschwemmten Tangen, nach Stürmen, zahlreiche, mehr oder weniger macerirte Stücke, so dass man Skelette in beliebiger Anzahl zur Verfügung hat. Jedoch findet man auf diese Weise nie die kleinen Exemplare. Das kleinste, welches ich unter Tausenden fand, gehörte einem Schwamm von Hühnereigröße an. Von einer $1\frac{1}{2}$ qcm großen Hornplatte, welche den genauen Abdruck eines Lepraliaskelettes auf der Unterseite zeigt, erheben sich zahlreiche (etwa 20), knorrige Hornfasern, die sich fortwährend unregelmäßig verästeln. Die letzten Endzweige sind vielmal dünner als die Stämme. Anastomosen kommen nicht vor, nur hier und da verkleben einzelne Zweige; diese gehen an einander vorbei und scheinen in ihrem distalen Theile durch die Verschmelzung eben so wenig beeinflusst, wie zwei Tannenbäume, deren Stämme mit einander verwachsen sind. Diese Verklebungen sind mit den ähnlichen Verhältnissen bei Darwinella aurea[1] zu vergleichen. Wo zwei Hornfasern während ihres Wachsthums an einander stoßen, da müssen sie in Folge der fortgesetzten Sekretion ihrer Spongoblasten durch Hornsubstanz an einander gekittet werden und es sind diese so gebildeten zufälligen Anastomosen wohl zu unterscheiden von echten Anastomosen, wie sie bei Aplysina vorkommen. Das trockene Skelett hat die Farbe »goldenen« Haares und erscheint glänzend.

Dieses Skelett können wir uns leicht, als aus der Aplysillaform entstanden, vorstellen. Wenn wir annehmen, dass die Hornfasern einer kleinen Aplysillakruste bedeutend in die Länge wachsen, sich zugleich fortwährend verästeln, und dass zugleich die basale Hornplatte sich verstärkt, so haben wir jene Jugendform von Dendrilla rosea vor uns, welche ich beschrieben habe.

Selenka[2] hat einen Schwamm aus der Bassstraße als Spongelia cactos beschrieben. Die Species wurde auf ein Taubenei-großes Schwammexemplar gegründet, welches später Schulze[3] auf den feineren Bau untersucht und zu seiner Gattung Aplysilla gestellt hat. Obwohl nun dieses einzige bisher bekannte Exemplar geschlechtsreif war, so stehe ich doch nicht an, dasselbe als eine Jugendform von Dendrilla rosea in Anspruch zu nehmen, da auch ich oft in sehr jungen Aplysillinen reife Genitalprodukte gefunden habe. Würde dieses Exemplar die ausgewachsene Form darstellen, so wäre es wohl der Gattung Aplysilla zuzurechnen, so aber ist die Ähnlichkeit im Baue des jungen und kleinen Schwammes mit Aplysilla wohl ein Beweis für die Verwandtschaft von Aplysilla und Dendrilla, jedoch nicht ein Beweis ihrer Identität. Den weiteren Ausbau des baumförmigen Hornfasergerüstes konnte ich an einer großen Anzahl von Skeletten verfolgen, und die histologische Untersuchung lebender Schwämme bestätigte die an den Skeletten gewonnenen Anschauungen.

Während die Hornfasern immer in die Länge wachsen, und sich an ihren distalen Enden oder in der Nähe derselben fortwährend verästeln, verdicken sich die basalen Stämme derart, dass einzelne sich bald mit ihren Oberflächen berühren. Diese verschmelzen nun und bilden den Kern neuer Hornlagen — sie sind zu einem Stamme geworden. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die Zahl der Stämme auf 1 bis 3 gesunken ist. Das größte Exemplar, welches ich sah, hatte nur einen Stamm und es ist wahrscheinlich, dass dies das normale Verhältnis ganz ausgewachsener Schwämme ist. Die faustgroßen Exemplare haben zum größeren Theil zwei Stämme (Taf. X, Fig. 3). Auf jene Weise entsteht aus der Anfangs strauchförmigen, die baumförmige Gestalt des Hornfasergerüstes. Die Fasern sind von einer Verzweigungsstelle zur anderen meistens annähernd gerade, ändern aber an diesen oft ihre Richtung und es lässt sich an ihnen wegen der meist ähnlichen Stärke der Zweige, die von einem Punkte ausgehen, nicht oft ein Hauptast von den Nebenzweigen unterscheiden, wie ich dies als ausschließlich vorkommend für die Fasern der Aplysilla beschrieben habe.

---

[1] Fr. Müller, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. I. p. 344 ff.

[2] E. Selenka, Über neue Schwämme aus der Südsee. Diese Zeitschr. Bd. XVII. p. 566.

[3] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 417—418.

Obwohl der größere Theil der freien Enden an der Oberfläche in Conulis liegt, finden sich doch einzelne freie Enden im Inneren des Schwammes. Freilich liegen diese letzteren stets in der Nähe der Oberfläche, da an den basalen Theilen der Hornfasern keine Zweige mehr angelegt werden. Die Dicke der Fasern nimmt von unten nach oben sehr rasch ab, es lässt sich die Stärke nur entsprechender Partien verschiedener Schwammskelette vergleichen. Hierbei findet man, dass einige Schwämme in derselben Entfernung von der Oberfläche viel dickere Hornfasern haben, als andere von gleicher Größe. Während bei den einen das Gerüst sehr hart und sperrig erscheint, und die Fasern brechen, wenn man versucht sie in eine Ebene zusammenzudrücken, kann man andere wie zarte Pflanzen zwischen den Blättern eines Buches plattdrücken. Übergänge verbinden diese Extreme derart, dass ich es nicht für gerechtfertigt halten würde, Varietäten nach der Skelettform aufzustellen, obwohl ich, ohne Kenntnis der Übergangsformen, für die extremen Formen sogar verschiedene Arten aufgestellt haben würde. Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Grenzformen der Dendrilla rosea-Skelette ist der, dass die zarte Form mit dünnen Fasern viel zahlreichere Verzweigungen aufweist, als die starre Form. Das in Figur 3 abgebildete Skelett stellt eine Mittelform dar. Wenn man ein Skelett auf die Ebene seiner Unterlage projicirt, das Hornfasergerüst also von oben betrachtet, so sieht man bei der starren Form Lücken zwischen den Fasern von 3 qmm Größe, während die Lücken zwischen den Fasern eines gleich großen zarten Exemplares kaum wahrnehmbar sind. Um so vieles zahlreicher sind die Fasern der letzteren.

Ich glaube ziemlich sicher zu sein, dass der Schwamm, je nach der Tiefe, in welcher er wächst, ein verschiedenes Skelett besitzt. Ich habe aus Tiefen über 10 Meter ausschließlich dünnfaserige Exemplare gedredget, während die von geringen Tiefen herrührenden stets der sparrigen Form angehörten. Ich kann jedoch nicht sagen, ob nicht auch andere Einflüsse, als die Tiefe des Standortes hier in Betracht kommen, da die Fundorte mehrere Kilometer weit von einander entfernt sind. Nur einmal ist es mir gelungen zwei Exemplare aus verschiedener Tiefe in einer Entfernung von etwa 100 Meter von einander zu bekommen und diese zeigten, obwohl sie beide der abgebildeten Mittelform nahe standen, eine Differenz, indem die eine aus 11 Meter Tiefe stammende zarter war als die andere aus 7 Meter Tiefe stammende. Jedenfalls ist es leicht begreiflich, dass die das ruhige Wasser größerer Tiefen bewohnenden Schwämme nicht eines so festen Skelettes bedürfen, wie jene, welche bei Stürmen Druckschwankungen und Strömungen des Wassers ausgesetzt sind.

Die Hautporen, welche in den Subdermalraum einführen, gleichen den oben von Aplysilla violacea beschriebenen. Das feine Porenhäutchen jedoch, welches sie nach außen abschließt, weicht in so fern von Aplysilla ab, als dasselbe viel weniger Poren enthält als dort. Diese Löcher, von denen sechs bis acht in eine der großen Hautporen führen, sind kreisrund und haben, wenn sie ganz geöffnet sind, einen Durchmesser von 0,01 mm. Sie haben aufgewulstete Ränder (Taf. XII, Fig. 19 und 21) und können ganz geschlossen werden. Sie stimmen also mit den feinen Poren der Aplysilla sulfurea[1] und anderer Spongien überein. Im Aquarium hält sich der Schwamm nicht gut und er ist daher für genaue Untersuchungen bei Weitem nicht so geeignet, als die ausdauernde Aplysilla violacea. Gedredgte Exemplare, welche im Boot sogleich in absoluten Alkohol gelegt wurden, zeigten zwar nur selten einige Poren offen, es gelang jedoch hier und da eine Hautpartie zu finden, an welcher dieselben klafften.

Die Haut hat in der Mitte der konkaven Felder eine Dicke von 0,07 mm und verdünnt sich gegen die Conuli hin, jedoch nicht so stark, wie bei Aplysilla violacea. Die Hautporen sind in der Mitte eingeschnürt und scheinen sehr veränderlich in ihrer Größe zu sein. Man findet zuweilen die Hautporen unter Porenhäutchen, deren Löcher klaffen, mehr zusammengezogen, als andere, welche unter geschlossenen Porenhäutchen liegen. Ich halte dieses jedoch für eine unnormale, durch die Wirkung des Alkohol hervorgebrachte Erscheinung. Wenn der Alkohol so rasch einwirkt, dass die klaffenden Löcher des Porenhäutchens erstarren, ehe sie Zeit haben sich zu schließen, so gelangt etwas Alkohol in die Hautporen und übt einen Reiz auf die Porenwandungen aus, der die darunter liegenden Fasern zur Kontraktion veranlasst. Sind die Poren aber geschlossen, so stirbt der Schwamm allmählich ab und die Fasern der Porenwand kontrahiren sich nicht. Spritzt man einem frischen

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 406.

Schwamm ein erhärtendes Reagens durch eine künstliche Öffnung in den Subdermalraum, was nöthig ist um die feinen histologischen Details des Schwamminnern studiren zu können, so erscheinen alle Hautporen in der Nähe der Injektionsstelle krampfhaft zusammengezogen, während die entfernteren unverändert bleiben. Ich möchte somit annehmen, dass alle kontraktilen Faserzellen einer Hautpartie gleichzeitig schlaff sind und im Leben eine Vertiefung eines konkaven Feldes mit der Öffnung, nicht nur der äußeren Löcher, sondern auch der großen Hautporen Hand in Hand geht.

Durch die Hautporen gelangt das Wasser in einen überaus geräumigen Subdermalraum (Taf. XII, Fig. 20 u. 23 *S*). Derselbe bildet einen gegen die Conuli hin sich verschmälernden Hohlraum, der die ganze Haut mit Ausnahme des die Conulusspitze selbst bedeckenden kleinen Theiles von dem übrigen Theile des Schwammes scheidet. Senkrecht zur Oberfläche stehende Fäden durchziehen diesen Hohlraum quer und befestigen die Haut an dem inneren Theil des Schwammes. Wenn durch die Kontraktion der Fasern in der Haut diese ausgeflacht wird, erscheint der Subdermalraum weit, und die ihn durchsetzenden Fäden sind dann gerade gestreckt. Ist aber die Haut schlaff, so sind die Fäden schlangenförmig gebogen. Niemals sinkt die Breite des Subdermalraumes in der Mitte der konkaven Felder unter 0,3 mm herab. Die Fäden sind ziemlich zähe und es gelingt desshalb nicht leicht die Haut von der Unterlage abzuziehen. An Schnitten, senkrecht zur Schwammoberfläche, erkennt man diesen so eigenthümlichen und bei keinem anderen bekannten Schwamme in solcher Weise ausgebildeten Bau des Subdermalraumes sehr leicht. An dicken Schnitten machen die Fäden denselben Eindruck, wie ein Palmenwald. Von der centripetalen Wand des Subdermalraumes entspringen die wassereinführenden Kanäle mit einer trompetenförmigen Erweiterung beginnend (Taf. XII, Fig. 23). Es sind drehrunde, gekrümmte und hier und da verästelte Röhren, welche einen Durchmesser von 0,1—0,2 mm besitzen. Von der sonst ziemlich regelmäßigen drehrunden Gestalt weichen sie besonders in der Nähe der Verästelungsstellen erheblich ab.

Die Geißelkammern gleichen den oben von Aplysilla violacea beschriebenen, stehen jedoch dichter als bei dieser und erscheinen in Folge dessen zuweilen gegen einander abgeplattet, wenngleich nicht so stark wie bei Aplysilla sulfurea. Wie bei dieser kommen Einfuhrgänge und Geißelkammern in allen Theilen des Schwammes vor und sind nicht wie bei Aplysilla violacea auf eine bestimmte Zone beschränkt.

Das ausführende Kanalsystem schließt sich in seiner Gestaltung in so fern an Aplysilla violacea an, als es in der Umgebung besonders des unteren Theiles des Oscularrohres aus weiten, lakunenartigen Gängen besteht. Die ausführenden Kanäle in der Nähe der Oberfläche sind eben so groß, wie die einführenden, unterscheiden sich von denselben jedoch durch ihren unregelmäßigeren Querschnitt. Dieses wird dadurch bedingt, dass die Geißelkammern wie bei Aplysilla violacea zwischen dem zugehörigen einführenden und ausführenden Gange derart quer liegen, dass ihre Längsachse auf beide senkrecht steht. Die weiten, dem ausführenden Kanalsystem angehörigen Gänge in der Umgebung des Oscularrohres ergießen sich nicht direkt in die Seitentheile desselben, sondern münden zum Theil in das kolbig erweiterte basale Ende, zum Theil in den Subdermalraum, welcher die Wandung des Oscularrohres unterminirt. Dieser Subdermalraum (Taf. XII, Fig. 20 *S*) ist überall gleich breit und durch eine sehr dünne Wand von dem Lumen des Oscularrohres geschieden. Die Dicke dieser letzteren beträgt 0,02 mm. Sie ist eben so wie die Oberhaut des Schwammes durch senkrecht auf ihrer Fläche stehende Fäden an dem Schwamme angeheftet. Sie enthält gar keine Poren. Am unteren Ende des einzigen centralen großen Oscularrohres des vollkommen ausgewachsenen Schwammes erweitert sich dieses zu einer rundlichen Höhle. Oberhalb der Erweiterung so wie in den Wandungen und am Boden derselben besitzt die Haut des Subdermalraumes sehr große Löcher. Diese sind so groß, dass an Quadratmillimeter großen Flächenstücken kein Subdermalraum nachweisbar ist und stehen so dicht, dass nur schmale Brücken von der Haut des Subdermalraumes dazwischen übrig bleiben. Die aus den basalen Schwammpartien kommenden Kanäle münden hier in diese Höhle, also direkt in das Oscularrohr, während alle übrigen in den Subdermalraum des Oscularrohres einmünden und daher das von ihnen kommende Wasser zunächst abwärts durch den Subdermalraum bis zu der basalen Erweiterung des Oscularrohres fließen muss, und erst dort in dasselbe eintritt.

Ein Subdermalraum des Oscularrohres ist meines Wissens von keinem anderen Schwamme beschrieben und scheint mir darauf hinzudeuten, dass in diesem Falle das Oscularrohr bis zu jener Stelle eine ektodermale Bildung sei, wo der Subdermalraum in dasselbe übergeht. Ich komme unten hierauf zurück.

Histologische Struktur.

Wenngleich keine erheblichen Differenzen im feineren Baue zwischen Dendrilla rosea und Aplysilla bestehen, so sind doch einige Eigenthümlichkeiten des ersteren Schwammes erwähnenswerth.

Die Oberhaut.

Die dicken Substanzbrücken zwischen den großen Hautporen sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass die Drüsenzellen nicht auf jenen Theil der Haut beschränkt sind, welcher der Oberfläche des Schwammes zunächst liegt, wie bei Aplysilla violacea, sondern dass sie eben so die Innenseite des Epithels der Porenwände auskleiden (Taf. XII, Fig. 23). Im Übrigen scheint mir die dicke Haut nicht von der Haut der Aplysilla abzuweichen. Wir finden jedoch im Verhältnis mehr Faserzellen, die besonders auf der Unterseite eine dicke vielschichtige Platte bilden. Die Faserplatte nimmt an Dicke gegen die Conuli zu und es ist in der Umgebung derselben leicht eine, vom Conulus ausgehende, radiale Anordnung der Fasern nachzuweisen. Ich zweifle nicht, dass diese Fasern es sind, welche die Ausflachung der konkaven Felder veranlassen, wenn der Schwamm gereizt wird oder von einem Unwohlsein befallen ist. Die sternförmigen Bindegewebszellen zeigen eben so allmähliche Übergänge in die Faserform wie bei Aplysilla. Die gallertige Grundsubstanz ist hyalin und farblos. Der Farbstoff, welcher sich sehr rasch zersetzt, ist an kleine Körnchen gebunden, welche zum Theil, oder wahrscheinlich ausschließlich in den amöboiden Wanderzellen vorkommen. Bei der Behandlung mit Alkohol verwandelt sich der rosenrothe Farbstoff in einen bräunlich fleischfarbenen. Todte Schwämme, die an keiner Stelle mehr Flimmerung zeigen, bleiben im Meerwasser einige Tage schön rosenroth, erst später nehmen sie eine schmutzig bräunliche Färbung an.

Die amöboiden Wanderzellen, die gewiss zahlreich in der Haut vorkommen, konnte ich keineswegs überall und leicht nachweisen. Sie verwandeln sich, wie dies Schulze[1] und Metschnikoff[2] für andere Schwämme beschreiben, bei der Einwirkung von Alkohol und Osmiumsäure in kugelförmig angeschwollene Blasen. Der Inhalt dieser Blasen hat mit der Grundsubstanz einen so ähnlichen Brechungsindex, dass die Blasen meist nur daran erkannt werden, dass sich an gewissen Stellen kugelförmige Haufen von Pigmentkörnchen finden, welche in der amöboiden Zelle enthalten sind. Diese Körnchen lagen besonders dicht an der inneren Randfläche der Haut, und ich halte es somit für höchst wahrscheinlich, dass bei Dendrilla rosea eben so wie bei Aplysilla violacea an dieser Stelle sich eine Anhäufung von amöboiden Zellen findet.

Die Drüsenzellen (Taf. XII, Fig. 21 u. 23 *D*) unterscheiden sich von den entsprechenden Elementen von Aplysilla violacea außer durch ihre weitere Verbreitung auch durch ihre Form ein wenig, indem sie dicker und niedriger sind als bei Aplysilla und mit zahlreicheren Fortsätzen an der Innenseite des Epithels angeheftet erscheinen. Es ist sicher, dass ihre Funktion im Allgemeinen mit der oben von Aplysilla beschriebenen übereinstimmt, obwohl ihr Sekret nicht wie bei Aplysilla zu einer hornigen Cuticula erstarrt, sondern einen überaus voluminösen, zähen bräunlichen Schleim darstellt, der alsbald den ganzen Schwamm umhüllt und das Wasser der Umgebung trübt. Stets wird das äußere Epithel abgestoßen, wenn dieser Schleim secernirt wird. Ich habe einen Schwamm mit destillirtem Wasser abgespült und dann gewogen. Er wog 77 Gramm nachdem der größere Theil des Wassers an der Oberfläche und im Oscularrohr entfernt worden war. Der Schwamm wurde unter einer Glasglocke, welche auf nassem Filtrirpapier stand, so aufgehängt, dass das abgeschiedene und herabtropfende Sekret in einer vorher gewogenen Schale aufgefangen wurde. Nach 14 Stunden, als der Schwamm sich zu verfärben anfing und so die beginnende Fäulnis anzeigte, wurde der Schwamm und das ausgeschiedene Sekret abermals gewogen, es ergab 51 Gramm für den Schwamm und 24,5 Gramm für das Sekret. Wahrscheinlich gingen die $1\frac{1}{2}$ Gramm durch Abdunsten verloren. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte es sich, dass von den Drüsenzellen nichts mehr vorhanden war. Die übrigen Hautzellen waren jedoch leicht nachweisbar. Ein zweiter, eben so angestellter Versuch ergab von einem 69 Gramm schweren Exemplar in den ersten 7 Stunden 15 Gramm und in den nächsten 3 Stunden 7 Gramm Sekret. In weiteren 14 Stunden wurden nur noch 0,5 Gramm abgeschieden. Der Schleim lieferte mit Alkohol einen voluminösen Niederschlag, der getrocknet beim Verbrennen einen ähnlichen unangenehmen Geruch verbreitete, wie das Spongiolin der Hornfasern selbst.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 411.

[2] E. Metschnikoff, Spongiologische Studien. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 352.

Aus diesen Versuchen gehen einige bemerkenswerthe Thatsachen hervor. Zunächst ist die Sekretion an die Existenz der Drüsenzellen gebunden, da mit dem Verschwinden dieser auch die Schleimbildung aufhört, und weiter scheint es wichtig, dass das Gewicht des secernirten Schleimes viel größer ist als das Gewicht aller Drüsenzellen des Schwammes sein kann, weil diese auf eine einzige Schicht an der Oberfläche beschränkt sind und somit gewiss nicht nahezu ein Drittel des Gewichtes des ganzen Schwammes ausmachen können, wie das von ihnen erzeugte Sekret. Ich möchte hieraus schließen, dass die Drüsenzellen den Hauptbestandtheil (Spongiolin?) des Schleimes in koncentrirter Form enthalten, und diesen dann verdünnt mit viel Wasser und Nebenbestandtheilen, welche sie aus der Umgebung aufnehmen, abscheiden. Die interessante Frage, ob hierbei Substanzen und Wasser der Grundsubstanz des umliegenden Bindegewebes, oder den sternförmigen Zellen desselben, oder, was vielleicht am wahrscheinlichsten ist, den amöboiden Wanderzellen entnommen werden, lässt sich nicht feststellen, da sich das Gewebe einer Hautpartie, deren Drüsenzellen geschwunden sind, nicht von einer intakten unterscheidet.

Was die chemische Konstitution des Schleimes betrifft, so glaube ich außer der oben bei Aplysilla violacea angegebenen äußeren Ähnlichkeit mit Hornsubstanz noch besonders einige Reaktionen anführen zu sollen, welche eine hornige Natur des Sekretes wahrscheinlich machen. In Alkalien aufgelöste Hornsubstanzen geben mit Essigsäure einen weißen, käsigen Niederschlag. Ganz das Gleiche geschieht, wenn man dem abgeschiedenen Schleim von Dendrilla rosea Essigsäure zusetzt, besonders deutlich, wenn der Schleim vorher mit destillirtem Wasser gemischt wurde. Wenn man die überschüssige Essigsäure entfernt, und den Niederschlag mit Wasser versetzt, so löst sich der Niederschlag wieder auf. Diese Lösung unterscheidet sich von der ursprünglichen dadurch, dass sie schwach sauer ist, während der Schleim ursprünglich alkalisch reagirte. Der Niederschlag, welchen man durch einen Überschuss von Essigsäure in künstlich erzeugten Lösungen von Hornsubstanzen erhält, erstarrt eben so zu einer zähen Masse, wie das Sekret der Drüsenzellen von Aplysilla violacea. Diese Vorgänge dürften in so fern Licht auf die Bildung der Hornfasern werfen, als hier wahrscheinlich eben so funktionirende, jedenfalls ganz eben so gebaute Zellen thätig sind, wie an der Außenseite der Haut. Wir haben hier eben wieder einen Beweis der niederen Stufe, auf welcher die Differenzirung der Zellen der Schwämme steht: Gleichgeformte Elemente besorgen gänzlich verschiedene Verrichtungen.

Fremdkörper, Sand und Spongiennadeln, wie sie in der Haut von Aplysilla violacea vorkommen, fehlen in der Haut von Dendrilla rosea vollständig, und es schließt sich somit unser Schwamm an die adriatischen Aplysilla-Arten an.

Die Haut ist auf beiden Seiten eben so von gleichartigem Plattenepithel überzogen wie bei Aplysilla.

Die feinen Porenhäutchen sind etwas anders als bei Aplysilla gebaut und erscheinen als höher differenzirte Organe. Meist sechs ganz verschließbare Poren durchsetzen je ein Häutchen (Taf. XII, Fig. 19). Sie erreichen im Maximum ihrer Ausdehnung einen Durchmesser von 0,02 mm und sind stets kreisrund. Das Häutchen hat eine Dicke von 0,003 mm und besteht überall aus drei Schichten: zwei Epithellagen und der dazwischen liegenden Mesodermplatte. Die äußere Epithellage wird stets von dem Häutchen entfernt, wenn die benachbarten, auf den

Hautbrücken sitzenden Plattenzellen, in Folge beginnender Thätigkeit der Drüsenzellen abgestoßen werden (Taf. XII, Fig. 19 links).

Die äußere und innere Epithellage sind in so fern von einander verschieden, als die letztere aus etwas kleineren Elementen zusammengesetzt erscheint als die erstere. Das ektodermale Plattenepithel der Außenseite unterscheidet sich nicht von dem äußeren Epithel der Hautbrücken. Es besteht aus sehr niederen, nicht einmal 0,001 mm hohen und 0,01—0,015 mm breiten, polygonalen Platten. Die seitlichen Zellgrenzen sind nicht gerade sondern gewöhnlich mehr oder weniger gebogen (Taf. XII, Fig. 22). Die Zellen sind nicht ganz von Plasma erfüllt, indem sich dieses nur in der Mitte der Zelle anhäuft und von hier aus Stränge gegen die Peripherie entsendet. Diese Stränge können verzweigt sein und bestehen aus demselben sehr durchsichtigen feinkörnigen Plasma wie der centrale Theil. In diesem liegt der abgeplattete Kern, der einem sehr flachen Rotationsellipsoide gleicht, und dessen größter Durchmesser 0,0015 mm beträgt. Nucleoli sind in dem blassen Kern nicht nachweisbar. Von der Mitte der centralen Plasmaanhäufung erhebt sich eine Geißel, welche lebhaft schlagende Bewegungen ausführt, sich jedoch bei der Einwirkung von Reagentien zu einer knopfförmigen Vorragung der äußeren Zellfläche zusammenzieht.

Diese Bauverhältnisse erkannte ich an einem wohl erhaltenen Hautstücke, auf das ich unter dem Mikroskop Osmiumsäure einwirken ließ, ein Verfahren, welches besonders dann schöne Resultate ergab, wenn das Objekt gut erhalten war und die Osmiumsäure zwar langsam, jedoch so einwirkte, dass sie die einzelnen Zellen in genügender Stärke erreichte, ehe dieselben in Folge der vorangegangenen mechanischen Insulte gestorben waren.

Besonders wichtig erscheint es mir, dass die Epithelzellen, welche die Porenränder auskleiden (Taf. XII, Fig. 21 u. 22 *R*), hier nicht, wie bei Aplysilla, den übrigen Plattenzellen des Oberhautepithels gleichen, sondern beträchtlich differenzirt erscheinen. Ich zweifle nicht, dass diese Differenzirung in Korrelation mit der Fähigkeit dieser Poren steht, sich zu schließen, welche den Löchern des Porenhäutchens von Aplysilla violacea abgeht. Die Porenrandzellen von Dendrilla rosea bilden einen aufgewulsteten Ring (Taf. XII, Fig. 19, 21 u. 22 *R*). Dieser Ring setzt sich aus einzelnen cylinderförmigen Gliedern zusammen, welche modificirte Epithelialzellen sind. Die Gliederzellen, deren etwa zehn einen Ring bilden, besitzen keine Geißel. Ihr Plasma ist feinkörnig und erfüllt nicht die ganze Zelle, sondern erscheint an der freien Oberfläche zusammengedrängt und bildet hier eine zusammenhängende Masse, von welcher aus Plasmastränge gegen die innere Seite der Zelle ausstrahlen. Der ovale Kern liegt meist der freien Fläche genähert in der Mitte der zusammenhängenden Plasmamasse. Diese Zellen erreichen eine Dicke von 0,005 und eine Länge von 0,012 mm. Die Körnchen des Plasmas sind etwas größer und stärker lichtbrechend als die in dem Plasma der übrigen Epithelzellen und halten etwa die Mitte zwischen diesen und den Körnchen der Drüsenzellen.

Die Mesodermplatte besteht aus einer hyalinen gallertartigen Grundsubstanz, in welcher sich ein einfaches Netzwerk von Bindegewebszellen, welche alle parallel der Oberfläche liegen, findet. Diese Zellen sind theils zwei- und theils dreistrahlig und anastomosiren überall. Unter den zweistrahligen finden sich solche, deren Fortsätze in einem stumpfen Winkel auf einander stoßen, und auch solche, welche in Folge ihrer geraden Spindelform den kontraktilen Faserzellen anderer Schwammpartien gleichen (Taf. XII, Fig. 19, 21 u. 22 *z*).

Obwohl diese Bindegewebszellen den entsprechenden Elementen in der dicken Haut vollkommen ähnlich erscheinen, sind sie doch vor diesen durch ihre Zartheit ausgezeichnet, indem sie nur ein Viertel der Größe der Bindegewebszellen der Haut erreichen (Fig. 19). Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass diese Elemente es sind, welche durch ihre Kontraktion das Schließen der Poren des feinen Häutchens veranlassen. Wir haben es also hier mit dreistrahligen kontraktilen Elementen zu thun, deren Funktion mit der von Muskelfibrillen zusammenfällt. Während die zweistrahligen spindelförmigen Faserzellen in jeder Beziehung mit glatten Muskelzellen zu vergleichen sind, haben wir in den dreistrahligen kontraktilen Elementen Gebilde vor uns, die mit keinem Gewebsbestandtheil höherer Thiere vergleichbar erscheinen. Ob die kontraktile Zelle, welche die Funktion der Bewegung übernahm, zunächst eine mehrstrahlige war, und erst später die zweckmäßigere zweistrahlige Form annahm, lässt sich natürlich nicht feststellen; dennoch scheint es mir, dass wir es hier bei den dreistrahligen kontraktilen Elementen der Dendrilla rosea mit palingenetischen Verhältnissen oder wenigstens mit solchen Bildungen zu thun haben, welche die niedere Differenzirungsstufe der Schwammgewebe bekunden.

Das Epithel der Unterseite des Porenhäutchens zeichnet sich durch seine Kleinzelligkeit aus, abgesehen von den Dimensionen stimmen aber die Elemente der Epithelien der beiden Seiten der Haut mit einander überein.

Die Fäden, welche die Haut mit der Unterlage verbinden, sind eben so lang als der Subdermalraum an der betreffenden Stelle breit ist und erreichen eine Dicke von 0,006 mm. Sie sind drehrund, durchaus gleich dick und bestehen aus einer bindegewebigen Achse und einer epithelialen Umhüllung. Diese Fäden sind sehr zähe, scheinen jedoch nicht kontraktil zu sein, da sie sich krümmen, wenn der Subdermalraum sich verengt. Sie sind in ihrer äußeren Erscheinung jenen Fäden überaus ähnlich, welche zuerst Gebr. Hertwig[1] an dem Genitalbande von Pelagia entdeckten, und welche auch ich an derselben Stelle von Cyanea Annaskala[2] nachgewiesen habe.

Nach gelungener Tinktion erkennt man rundliche Kerne in der Achse des Fadens, es lässt sich aber nicht unterscheiden, wie die Zellen gebaut sind, denen sie angehören. Es ist wohl wahrscheinlich, dass die Fadenachse aus einer gallertigen Grundsubstanz besteht, in welche Faserzellen eingelagert sind. Öfters machten mir die Fadenachsen den Eindruck, als wären sie aus feinsten längsgerichteten Fibrillen zusammengesetzt, ich bin jedoch nicht sicher, ob wir es hier mit fibrillärem Bindegewebe zu thun haben oder nicht.

Das Epithel des Fadens bildet ein Rohr. Die Plattenzellen, welche es zusammensetzen unterscheiden sich von den oben beschriebenen der Haut nur dadurch, dass sie nicht flach ausgebreitet, sondern auf einem Cylinder aufgerollt erscheinen.

Die Geißelkammerzone.

Die Geißelkammerzone stimmt hinsichtlich ihres feineren Baues mit der von Aplysilla so nahe überein, dass ich eine gesonderte Besprechung derselben unterlasse. Die Genitalprodukte fand ich stets in dem basalen Theile des Schwammes zwischen den Geißelkammern, so dass also in dieser Beziehung Dendrilla rosea mit Aplysilla sulfurea übereinstimmt. Die männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukte scheinen nahezu zur selben Zeit zu reifen. Wenigstens sah ich nie ein Exemplar, welches überhaupt Genitalprodukte besaß, mit bloß weiblichen oder bloß männlichen Geschlechtsprodukten. Sowohl die einen wie die anderen liegen in unregelmäßigen Gruppen. Die Eier oder Spermaballen einer Gruppe sind unter einander nicht gleich groß, wie bei Aplysilla violacea, sondern es sind stets nahezu reife neben noch ganz kleinen, kaum als solche erkennbaren Eiern oder Spermaballen beisammen. Auch bei Dendrilla rosea ist das Bindegewebe in der Umgebung der Genitalprodukte wie bei Aplysilla zu einer Genitalkapsel umgestaltet, von welcher nach innen Septen vorragen und die Geschlechtsprodukte follikelartig umhüllen. Ob auch hier eine Verminderung der Zahl der Eier bei zunehmender Reife eintritt, lässt sich nicht gut bestimmen, weil hier nicht wie bei Aplysilla alle Eier oder Spermaballen einer Kapsel zu gleicher Zeit reifen. Die Umgebung der Geschlechtsstoffe von Dendrilla rosea ist ziemlich durchsichtig und nie derart von Pigmentkörnchen erfüllt wie bei Aplysilla violacea. Es scheint, dass die Eier erst außerhalb des Schwammkörpers sich zu entwickeln beginnen, es gelang mir wenigstens niemals Furchungsstadien aufzufinden.

---

[1] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jenaische Zeitschr. Bd. XIII. p. 603 ff.

[2] R. v. Lendenfeld, Über Coelenteraten der Südsee. Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 532.

Wie bei Aplysilla violacea das violette, so erfüllt bei Dendrilla rosea das lichtrothe Pigment die Kragenzellen. An einzelnen Stellen fand ich wohl auch im Bindegewebe Pigmentkörnchen, vermuthe aber, dass sie in amöboiden, durch den Alkohol unsichtbar gemachten Wanderzellen lagen.

Das Osculartohr.

Das entodermale Epithel der ausführenden Gänge ist, wie bei Aplysilla violacea, etwas höher und aus nicht so breiten Elementen zusammengesetzt als das ektodermale des einführenden Kanalsystems. Solches Epithel bekleidet alle Gänge des wasserabführenden Systems so wie den Subdermalraum des Oscularrohres.

Der Subdermalraum des Oscularrohres ist eben so gebaut wie der oberflächliche. In seiner, vom Oscularrohr abgewandten Fläche münden die großen lakunenartigen Stämme des ausführenden Kanalsystems mit rundlichen Löchern. Diese Löcher nehmen an Zahl und Größe gegen die Basis des Schwammes hin zu und fehlen ganz in der Umgebung des Osculum. Hieraus ist die im Allgemeinen »aufstrebende« Richtung der abführenden Kanäle am besten ersichtlich. Diese Kanäle scheinen sich vielfach der Richtung der Hornfasern anzupassen. Der Subdermalraum ist 0,1 mm breit und eben so von queren Fäden durchzogen wie der äußere. Die Fäden lassen den Unterschied der Epithelien in den beiden Subdermalräumen sehr gut erkennen. Während ihre bindegewebige Achse jener der Fäden im äußeren Subdermalraum annähernd gleichkommt, ist der Gesammtdurchmesser doch um die Hälfte größer, was auf der größeren Höhe des dortigen, entodermalen Epithels, dem ektodermalen gegenüber, beruht. In den Gallertachsen sind Kerne nachweisbar.

Die Haut, welche diesen Subdermalraum von dem Lumen des Oscularrohres trennt, entbehrt der Pigmentkörnchen und daher wahrscheinlich auch der amöboiden Wanderzellen. Sie erreicht eine Dicke von 0,02 mm und besteht aus einer Bindegewebsplatte, welche die gewöhnlichen sternförmigen und faserförmigen Zellen enthält und aus den beiderseitigen Epithelien. Diese beiden Epithelien nun sind von einander wesentlich verschieden, indem das eine — auf der Subdermalseite dem entodermalen, das andere — auf der Oscularrohrseite, dem ektodermalen Plattenepithel der übrigen Schwammtheile gleicht. Das Epithel der äußeren Schwammoberfläche geht kontinuirlich in das Oscularrohrepithel über, und ich möchte Angesichts dieser Thatsache es für wahrscheinlich halten, dass das Epithel des Oscularrohres so weit als eine ektodermale Bildung in Anspruch zu nehmen sei, als der Subdermalraum reicht. Am Osculum selbst findet sich weder ein Subdermalraum unter der äußeren Haut noch unter der Haut des Oscularrohres, so dass hier keine Verbindung zwischen den beiden Subdermalräumen besteht.

Es ließe sich Dendrilla rosea mit ektodermalem Oscularrohrepithel wohl eben so von einer einfachen Sackform ableiten, wie dies Schulze[1] so scharfsinnig für die Plakiniden zunächst gethan hat, welche, so wie andere Spongien, ein entodermales Oscularrohrepithel besitzen. Wir brauchen nur eine Wucherung des ektodermalen Epithels und des darunter liegenden Mesoderms im Umfange des Osculums der sackförmigen Form anzunehmen. Hierbei würde dann der ganze Hohlraum des Sackes durch Einfaltung seiner Wände zur Bildung des ausführenden Kanalsystems verwendet und von der Vereinigungsstelle der Kanäle aus würde sich dann ein Oscularrohr erheben, das durch longitudinales Wachsthum eines ektodermalen Ringwulstes in der Umgebung des ursprünglichen Osculums des Sackes gebildet worden wäre.

Die Hornfasern.

Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die ausmacerirten, jedoch nicht getrockneten, Hornfasern sehr verschieden gestaltet. Während die einen ziemlich glatt und regelmäßig gebaut erscheinen (Taf. XIII, Fig. 32), sind die anderen knorrig und rauh (Taf. XIII, Fig. 30); zwischen den beiden Hornfaserarten giebt es alle möglichen Übergänge und es lässt sich keine Gesetzmäßigkeit in der Gruppirung der verschiedenen Hornfaserarten nachweisen, obwohl es mir oft geschienen hat, als ob in lebhaft wachsenden Schwammpartien die Fasern glatter wären, als in solchen, die, wie zum Beispiel der Stiel, nur sehr langsam wachsen. Die rauhen Hornfasern erschienen jedoch nicht mit Längsriefen versehen, sondern knorrig. Sie unterscheiden sich in ihrem feineren Bau nicht von den glatten. Die Spongiolinlagen der Hornrinde sind stets der äußeren Oberfläche parallel und somit bei den glatteren Fasern am Querschnitt kreisförmig, bei den rauheren hingegen mehr oder weniger unregelmäßig. An jeder Hornfaser können wir eben so, wie bei Aplysilla violacea vier Schichten unterscheiden, welche, von außen nach innen, folgende sind: Die bindegewebige Hülle, der Spongoblastenmantel, die Hornrinde und das Mark.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Plakiniden. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. p. 439.

Die Bindegewebshülle (Taf. XIII, Fig. 25, 26, 29 *B*) besteht aus einer dichten Lage von spindelförmigen Faserzellen, welche der Hornfaser parallel laufen. Sie stehen so dicht, dass fast keine Grundsubstanz zwischen ihnen übrig bleibt und bilden ein cylindrisches Rohr, welches die Hornfaser allseitig umschliesst, und sich über die Spitze derselben hinaus fortsetzt, wenn sie nicht in einem Conulus, sondern im Innern des Schwammes liegt. Von diesem Rohre gehen Stränge in schiefer Richtung ab (Taf. XIII, Fig. 29 *B'*), welche zuweilen die Bindegewebshüllen verschiedener Hornfasern verbinden, zuweilen zu den Kanälen hinziehen und dort ihre Fasern ausstrahlen lassen. In vielen Fällen gelingt es, den Zusammenhang eines solchen Stranges mit der Fibrillenplatte der Unterseite des Subdermalraumes nachzuweisen. Irgend welche Regelmäßigkeit in der Vertheilung dieser Stränge konnte ich nicht auffinden, und wage es auch nicht zu entscheiden, ob dieselben im Leben Kontraktionen ausführen oder nicht. Sie sind bei Dendrilla rosea viel stärker und zahlreicher, als bei Aplysilla violacea, was wohl eine Folge der Schütterheit der Hornfasern bei Dendrilla ist. Kubikcentimetergroße Schwammstücke kann man ausschneiden, ohne eine Hornfaser zu verletzen, und da scheint es wohl erklärlich, dass so große skelettlose Partien einer besonderen Stütze bedürfen, die eben in den Strängen gegeben ist.

Das Gewebe der Stränge ist von dem Gewebe der Hornfaserscheiden nicht verschieden. In beiden finden wir die gleichen dichtgedrängten spindelförmigen Fibrillen, die den oben von Aplysilla violacea beschriebenen Elementen gleichen. Ich habe schon oben hervorgehoben, dass die äußere Grenze des Faserrohres außerordentlich scharf ist. Eine Membran konnte ich zwar nie an der Stelle sehen, es wäre jedoch möglich, dass eine solche existirt. Das gewöhnliche Bindegewebe mit viel hyaliner Grundsubstanz und spärlichen sternförmigen Zellen grenzt außen an die Faserröhren an. Die Stränge sind eben so scharf von der Umgebung abgesetzt, nur dort, wo sie sich ausbreiten, ist ein so abrupter Übergang in das gewöhnliche Bindegewebe nicht nachweisbar.

Von besonderem Interesse erscheint das Verhalten des Bindegeweberohres an der Vegetationsspitze der Faser (Taf. XIII, Fig. 25). Es verlängert sich über diese hinaus ohne an Dicke abzunehmen. Der innere, unten von der Hornfaser ausgefüllte Theil des Rohres verengt sich zu einem schmalen Kanal, so dass das Rohr an dieser Stelle fast das Aussehen eines massiven, cylindrischen Stranges erhält. 0,5 mm über der

Vegetationsspitze der Hornfaser hört die Grenze gegen das umliegende Gewebe auf scharf zu sein und die Faserzellen stehen nicht so dicht, wie unten. Nach oben zu verbreitert sich der Strang gewissermaßen trichterförmig und dort gehen seine Faserzellen allmählich in die gewöhnlichen Bindegewebszellen über. 2 mm über der Vegetationsspitze ist von einer besonderen Differenzirung der Bindegewebszellen nichts mehr wahrzunehmen. Ich glaube hieraus schließen zu dürfen, dass diejenigen sternförmigen Bindegewebszellen, welche in der Verlängerung der Hornfasern jenseits der Vegetationsspitzen derselben liegen, näher an einander rücken und sich, während die Zellen eines Areals von 1 qmm Querschnitt auf 0,25 qmm Querschnitt zusammengedrängt werden, allmählich in Faserzellen umbilden. Der Strang stellt also ein koncentrirtes Bindegewebe dar, wenn ich mich des Ausdruckes bedienen darf, welches sich natürlich scharf von dem umgebenden lockeren Bindegewebe abgrenzt.

Bei jenen Fasern, welche in einen Conulus hineinragen, ist dies in so fern anders, als hier ähnliche Bildungen, wie sie an den oben beschriebenen, intern endenden Hornfasern 1—2 mm über der Vegetationsspitze anzutreffen sind, 1 mm unter derselben vorkommen: die Bildungsstätte der Bindegewebshülle liegt bei den einen Fasern vor, bei den anderen hinter der Vegetationsspitze.

Ob die bindegewebigen Stränge auf gleiche Weise entstehen, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Möglich ist es, dass jene, oben beschriebenen Endigungen derselben, wo ihre Faserzellen radial ausstrahlen, ihre Vegetationsspitzen sind, und es wäre dann wohl eine ähnliche Bildungsweise für dieselben anzunehmen, wie für die Bindegewebshüllen der Hornfasern.

Der Spongoblastenmantel stimmt mit dem von Schulze[1] für Euspongia beschriebenen in so fern überein, als Spongoblasten nicht an allen Fasern nachgewiesen werden können. Der Mantel ist in der Nähe aller Vegetationsspitzen stets kontinuirlich und auch am Stamm des Spongiolinbaumes nachweisbar. An alten ausgewachsenen Exemplaren fehlen die Spongiolin abscheidenden Zellen mit Ausnahme der distalen Hornfasertheile überall, sind jedoch an sehr jungen Exemplaren an allen Fasern mit Ausnahme der Basaltheile jener aufzufinden, welche gegen den Rand des annähernd noch krustenförmigen jungen Schwammes zu liegen.

Die Spongoblasten gleichen den Drüsenzellen der Haut (Taf. XIII,

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Spongidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 635.

Fig. 26 *Sp*). Sie besitzen einen rundlichen Körper, welcher den kugelförmigen Kern und die Hauptmasse des Plasmas enthält. Dieser Körper erscheint durch Pseudopodien-ähnliche Fortsätze der Hornfaser angeheftet. Das Plasma ist feinkörnig und enthält stark lichtbrechende Tröpfchen: das Sekret. Im distalen abgerundeten Ende der Zelle fehlen stark lichtbrechende Sekrettröpfchen, oder sind wenigstens zu klein für meine Linsen (Zeiss L). In der Höhe des Kernes überschreitet ihre Größe die Erkennbarkeitsgrenze und es ist deutlich zu sehen, wie gegen die Faseroberfläche hin die Tröpfchen stetig an Größe zunehmen und in den Fortsätzen selbst am größten und am dichtesten gedrängt erscheinen. Besondere Aufmerksamkeit habe ich den Ansatzstellen der Fortsätze gewidmet. Sie sitzen mit einem schwach trompetenförmig erweiterten Endstücke der Hornfaser auf, und zwar so fest, dass beim Abstreifen des Spongoblastenmantels von der frischen lebenden Faser stets die Fortsätze durchreißen und ihre Enden mit der Hornfaser untrennbar verbunden erscheinen. Reißt man einem frischen Schwamm eine Hornfaser aus, die centripetal durchschnitten wurde, so bleibt der Spongoblastenmantel und die bindegewebige Hülle stets daran. Man kann durch Einlegen einer solchen Faser in härtende Reagentien die oben beschriebenen Details leicht erkennen. Ich habe unter dem Deckglase Pepsin auf frische Spongoblasten wirken lassen, um das Plasma derselben zu lösen. Es blieb an der Stelle, wo ein Fortsatz gesessen hatte, ein kleiner Höcker von offenbar noch nicht erstarrter Hornsubstanz übrig. Dieser Höcker verschwand jedoch nach einigen Sekunden, indem sich seine Substanz über die umliegende Fläche ausbreitete. Ich glaube, dass dies vielleicht dem Vorgange gleicht, mit welchem im Leben das Spongiolin auf der Faseroberfläche ausgebreitet wird. Nehmen wir an, dass das halbweiche Sekret aller Spongoblastenfortsätze sich auf diese Weise ausbreite, und daher die Sekrete, welche von den Ansatzstellen der Fortsätze kommen, in einander fließen und dann erstarren, so können wir uns die lagenweise Ablagerung von Spongiolin erklären und können die hierbei auftretende Schichtung darauf zurückführen, dass der Schwamm unter verschiedenen äußeren Existenzbedingungen Spongiolin von wechselnder Konsistenz erzeugte. Da eine Änderung der äußeren Umstände zumeist in gleicher Weise auf alle Spongoblasten wirken muss, so muss auch eine Änderung in der Abscheidung aller Spongoblasten zu gleicher Zeit eintreten und daher erscheinen die Spongiolinlagen kontinuirlich.

Eben so wie bei Aplysilla violacea sind auch bei Dendrilla rosea die Spongoblasten an der Spitze verschieden von jenen an der Seite der Hornfaser (Taf. XIII, Fig. 25). Hier findet sich nämlich ein Haufen dichtgedrängter polyedrischer Zellen, die zwar wohl ähnliche stark lichtbrechende Körnchen enthalten, wie die oben beschriebenen Spongoblasten, in ihrer Gestalt jedoch nicht als Drüsenzellen zu erkennen sind. Sie erreichen einen Durchmesser von 0,018 mm und werden von Plasma ganz ausgefüllt. Sie enthalten einen kugeligen Kern, dessen Durchmesser 0,005 mm selten übersteigt.

Es ist zweifellos, dass diese Elemente den centralen Theil der Hornfaser bilden. Spongiolin, welches von dem von den anderen Spongoblasten erzeugten nicht zu unterscheiden ist, wird von diesen, allmählich in die Drüsenzellen des Spongoblastenmantels übergehenden Elementen auf der konvexen Vegetationsspitze der Hornfaser abgelagert. Die Identität der Funktion der polyedrischen Zellen an der Spitze und der oben beschriebenen, seitlich stehenden Drüsenzellen, die ich als gewöhnliche Spongoblasten von den vieleckigen unterscheide, wird dadurch höchst wahrscheinlich gemacht, dass die stärker und schwächer lichtbrechenden, einander umhüllenden Spongiolinlagen ohne Unterbrechung über die Vegetationsspitze der Faser hinwegziehen. Es haben also gleiche Veränderungen der Umgebung die gleiche Veränderung in der Wirkungsweise dieser beiden Spongoblastenformen hervorgebracht. Der von den polyedrischen Zellen abgeschiedene Theil einer fingerhutförmigen Spongiolinlage ist viel mächtiger als jener, welchen die gewöhnlichen Spongoblasten abgeschieden haben. Wie die Zellformen allmählich in einander übergehen, eben so nimmt auch die Dicke der in einer bestimmten Zeit abgeschiedenen Lage gegen die Spitze hin allmählich zu. Diese Verhältnisse bedingen es, dass die Hornfaser in die Länge wächst, indem die in einer Linie — der Hornfaserachse — liegenden Schichtentheile immer viel mächtiger sind als alle anderen.

Einige der polyedrischen Zellen an der Spitze der Hornfasern werden bei dem Process der Spongiolinabscheidung von den übrigen getrennt, und gelangen in das Innere der Fasern selbst hinein. Eben so wie die Hornsekretion mehr oder weniger schubweise erfolgt, eben so werden stets mehrere solcher Zellen zugleich in einem Schube von den übrigen getrennt und gelangen so in fingerhutförmigen Gruppen zwischen die terminalen Hornlagen hinein. Da diese Zellen, so wie sie einmal rings von Hornsubstanz umgeben sind, eine intensiv orangerothe Färbung annehmen, sind sie besonders deutlich erkennbar. Nahe an der Vegetationsspitze liegen solche orangerothe Kuppeln ziemlich nahe an einander (Taf. XIII, Fig. 32). Je weiter wir jedoch die Faser nach abwärts verfolgen, um so größer sind die Zwischenräume zwischen den auf einander folgenden Gruppen.

Die centripetalen Zellkuppen sind viel größer als die der Vegetationsspitze zunächst gelegenen. Da jedoch diese Zellen in so inniger Beziehung zum Marke stehen, müssen wir die Spongiolinrinde und die Markachse vorher besprechen.

Die Hornrinde ist aus annähernd koncentrischen Lagen von Spongiolin zusammengesetzt und erscheint nach innen und nach außen hin sehr scharf, einerseits vom Mark, andererseits vom Spongoblastenmantel geschieden. Die knorrigen Fasern unterscheiden sich im feineren Baue von den glatten dadurch, dass ihre Hornlagen sich mehr von der Form eines Kreiscylinders entfernen, sie laufen jedoch der Oberfläche ziemlich parallel, so dass angenommen werden muss, dass entweder die Spongoblasten bestimmter Bezirke eine größere Thätigkeit entwickeln als die Horn abscheidenden Zellen anderer Theile desselben Spongoblastenmantels, oder dass die erste Anlage der Hornfaser nicht ein abgerundeter Zapfen, sondern ein unregelmäßiger, knorriger oder verzweigter Körper gewesen ist. Es ist vielleicht nicht unmöglich, dass beide Ursachen wirksam sind, ich bin jedoch nicht in der Lage dies zu entscheiden, werde aber unten bei der Besprechung von Dendrilla aërophoba, bei der ich zu sicheren Resultaten in diesem Punkte gelangt bin, hierauf zurückkommen.

An Verästelungsstellen gehen die oberflächlichen Schichten eines Zweiges kontinuirlich in die oberflächlichsten Hornlagen anderer Äste, die am selben Orte entspringen, und des Stammes über. Nur ganz junge und dünne Äste lassen zuweilen an ihrem Ursprunge eine Auflagerung ihrer Spongiolinlagen über jene des Stammes erkennen, wie dies Schulze für alle Zweige der Fasern von Aplysilla sulfurea abbildet. Der kontinuirliche Übergang ist jedoch oft nur schwer nachweisbar, weil die Schichten des Stammes viel dünner sind als die des Zweiges.

Die Dicke der Hornrinde schwankt und ist auch an demselben Querschnitte nicht überall gleich, da der centrale Markcylinder stellenweise excentrisch ist. Abgesehen hiervon lässt sich aber im Allgemeinen eine Zunahme der Dicke der Hornrinde gegen die Basis hin leicht nachweisen. Der mächtige Stamm selbst ist ein Rohr mit verhältnismäßig engem Lumen (Taf. XIII, Fig. 24). Die zahlreichen Hornlagen sind wellig gebogen und es sieht so aus, als ob alle Schichten um einen Kern mit sternförmigem Querschnitt abgelagert worden wären. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, indem in den peripherischen Schichten viel zahlreichere wellenförmige Biegungen vorkommen, als in jenen Schichten, welche der Markachse zunächst liegen.

Wie oben angedeutet, entsteht der einzelne, oder die zwei oder drei Stämme dadurch, dass in Folge der Dickenzunahme der Basaltheile der Hornfasern diese verschmelzen. Ich werde hierauf nach Besprechung des Markes zurückkommen.

Die Markachse besteht aus einer Reihe von geraden cylindrischen und stets drehrunden Stücken, die einander aufgesetzt erscheinen, so dass das eine stets annähernd in der Verlängerung des anstoßenden liegt. Gegen die Spitze der Hornfasern nehmen die Markcylinderstücke an Dicke ab, so dass das Mark fernrohrartig aussieht. Das centrifugale Ende eines jeden Cylinderstückes wird von einer jener fingerhutförmigen, von dem Spongoblastenhaufen der Spitze herrührenden Zellgruppen, welche ich oben erwähnt habe, gekrönt. Diese Zellgruppen trennen die einzelnen Markabschnitte vollständig von einander, so dass jeder seitlich von der Hornrinde und an jedem Ende von einer mehrschichtigen Zellenplatte begrenzt erscheint.

Flemming[1] hat bei Janthella Zellen zwischen den Rindenlagen der Hornsubstanz der Fasern nachgewiesen. Schulze[2] jedoch konnte in den Fasern von Aplysina keine Zellen nachweisen und vermuthet, dass Flemming, der diese Zellen mit dem Hornfaserwachsthum in Verbindung gebracht hat, sich geirrt habe.

Janthella dürfte mit meiner Gattung Dendrilla nahe verwandt sein, und so wäre es wohl möglich, dass auch dort die Zellen in den Hornfasern ähnliche Funktionen haben dürften, wie ich sie unten ausführlich beschreiben werde. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen habe ich in kurzer Zusammenfassung an einem anderen Orte[3] veröffentlicht. Ich nehme an, dass die Zellen in den Kuppeln, gleich den Osteoklasten der Wirbelthiere, die harte Rinde der Skeletttheile auflösen und in Marksubstanz verwandeln. Schulze[4] hat durch Messungen der Markdicke von Aplysinafasern konstatirt, dass hier das Mark mit dem Alter der betreffenden Faserpartie an Dicke zunimmt. Das Gleiche ist auch an den Fasern der australischen Aplysillinen nachweisbar. Schulze, der das Wachsthum der Fasern der Hornschwämme durch Apposition entdeckt und bewiesen hat, nimmt nun für die Zunahme der Markdicke ein Wachsthum der Fasern auch durch Intussusception an. Ich kann mir nicht recht vorstellen wie die starre, todte und aller zelligen Einlagerungen entbehrende Spongiolinröhre durch Intussusception wachsen könne und eben so wenig, wie das Anfangs aus Spongiolin bestehende Hornfaserende, welches, wie oben nachgewiesen, aus derselben Substanz besteht wie der Rindentheil der Faser, sich ohne Weiteres in Marksubstanz verwandeln könne, ohne dass das Gleiche auch mit den Rindenlagen geschieht. Dies ist freilich möglich und würde die Annahme eines Wachsthums durch Intussusception überflüssig machen.

---

[1] Flemming, Über Janthella Gray. Würzburger physikalisch-medicinische Verhandlungen. Bd. II. p. 1 ff.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 400.

[3] R. v. Lendenfeld, Das Hornfaserwachsthum der Aplysinidae. Zoologischer Anzeiger Nr. 126.

[4] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 402, 403.

Besonders sind es Schulze's[1] erschöpfende Angaben über den feineren Bau der Fasern von Aplysina aërophoha, welche eine solche Deutung nahelegen würden, wenn nicht die Markachsen der anastomosirenden Fasern in kontinuirlichem Zusammenhange stünden. Da an der Oberfläche von Aplysina nur radiale Fasern vorkommen und die Verbindungsfasern, welche der Oberfläche parallel laufen, erst eine Strecke weit unter derselben sich bilden, so müssen stets die radialen Fasern da sein, ehe die tangentalen gebildet werden. Es muss eine Zeit geben, wo das nach Schulze aus der terminalen Spongiolinkuppe ohne Zuthun von zelligen Elementen sich bildende Mark der tangentalen Faser von dem Marke der radialen Faser durch die Hornrinde der letzteren geschieden wird, und diese Zeit muss so lange sein, bis das Mark der radialen Faser an der Verbindungsstelle die Dicke der Hornfaser erreicht hat, welche sie besaß, als der tangentale Zweig sich anlegte. Es müsste also das Mark mindestens so dick sein, als die radiale Hornfaser über den Stellen, wo sich die tangentalen Fasern anlegen, was Schulze nicht beschreibt und was bei den europäischen kaum, bei den australischen Aplysinen jedenfalls nicht der Fall ist.

Das Mark der Fasern von Dendrilla rosea zeigt außer seiner Abtheilung in einzelne auf einander folgende fernrohrartig sich verjüngende Abschnitte, noch eine weitere Abtheilung der einzelnen Glieder in Kuppen, deren Ränder jedoch keineswegs in die Spongiolinlagen der Hornrinde übergehen und eben nur die Phasen der Thätigkeit der markbildenden Kuppelzellen andeuten. Eine solche Schichtung ist jedoch nur selten, und auch dann nicht sehr deutlich sichtbar.

Die markbildenden Zellen, welche in kuppelförmiger Anordnung zwischen die terminalen Spongiolinlagen eingeschlossen werden, fressen sich in centrifugaler Richtung durch das Spongiolin durch und vermehren sich hierbei. Sie lösen das Spongiolin an ihrer centrifugalen Seite auf und scheiden es an ihrem centripetalen Ende als körnige Marksubstanz ab. Sie bewegen sich jedoch nicht so rasch, als die Vegetationsspitze durch Anlagerung immer neuer Spongiolinlagen in centrifugaler Richtung vorwärts wächst und schreiten überhaupt immer langsamer vor, so dass nicht allein die jüngste, vorderste Lage von markbildenden Zellen bald hinter der Vegetationsspitze zurückbleibt, sondern auch der Abstand zwischen den einzelnen Zellenlagen gegen die Basis der Hornfaser hin zunimmt. Diese Zellenkuppeln nehmen mit dem Alter an Durchmesser zu, so dass die centripetaleren stets breiter sind als die centrifugalen und somit auch die Markcylinder, die ihre Bahnen bezeichnen, an Dicke zunehmen, je mehr wir uns der Basis der Hornfaser nähern. Die ältesten zuerst an der Ursprungsstelle der Fasern gebildeten Kuppeln zeichnen sich besonders durch die Langsamkeit ihres Vorwärtsschreitens aus und bedingen so eine Erweiterung des basalen Theiles der Markachse, indem ihr Wachsthum in der Breite in den Vordergrund tritt. An Verzweigungsstellen (Taf. XIII, Fig. 32) bildet sich ein seitlicher Auswuchs an der vorhin regelmäßigen Kuppel, und dieser Auswuchs ist es, welcher jenen Theil der Hornrinde der älteren Faser auflöst, welcher früher die Markräume von Stamm und Ast getrennt hatte. Auf diese Weise wird bei der Gattung Dendrilla die Verbindung der Markräume aller Theile des Hornbaumes hergestellt. Natürlich ist von allen, mit Ausnahme der jüngsten Kuppel von markbildenden Zellen nur jener Theil damit beschäftigt Spongiolin in Mark zu verwandeln, welcher an den Rändern der stets breiteren centripetalen Kuppeln mit dem Spongiolin direkt in Kontakt tritt. Der centrale Theil der Kuppel bekundet nur dann eine markbildende Thätigkeit, wenn es auf die Herstellung der Verbindung der Markräume von Stamm und Ast ankommt.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 401.

Während ihrer Thätigkeit geht an den markbildenden Zellen eine eigenthümliche Veränderung vor sich, sie beginnen nämlich im Alter Spongiolin auszuscheiden, welches die einzelnen Zellen von einander trennt. Diese zuerst als dünne Scheidewand auftretende Ausscheidung nimmt allmählich an Dicke zu und ist natürlich an der ältesten, centripetalsten Kuppel am deutlichsten und mächtigsten. Ich möchte diese Ausscheidung, welche vielleicht mit der Verkalkung der Gewebe der Wirbelthiere im Alter zu vergleichen ist, als die Ursache für das immer trägere Fortschreiten der Kuppeln bei zunehmendem Alter derselben annehmen. Ich zweifle nicht, dass diese Spongiolinbildung schließlich zur Lähmung und zum Tode der Zellen führt, da es mir öfters gelungen ist in den basalen Theilen dicker Hornfasern die bienenwabenähnlichen Spongiolinhüllen einer Kuppel aufzufinden, in denen keine Spur mehr von Plasma zu erkennen war.

Besonders eigenthümlich ist die Entstehung der Stämme, deren Besprechung ich bis jetzt verschoben habe, weil hier verwickelte Verhältnisse obwalten, welchen die Hornfaserbildungstheorie vorausgeschickt werden musste.

Die basalen Theile der Hornfasern der jungen Dendrilla rosea nehmen eine Weile gleichmäßig an Dicke zu, so dass keiner erheblich stärker ist, als die anderen. Bald aber beginnt eine Hornfaser, welche nahe der Mitte liegt, die anderen an Dicke zu übertreffen. Diese eine verstärkt sich nun sehr rasch, während alle anderen auf ihrer Wachsthumsstufe stehen bleiben. Sobald der Spongoblastenmantel der wachsenden Faser die anderen Fasern, welche keinen Spongoblastenmantel mehr besitzen, berührt, werden diese aufgelöst, und die Substanz derselben, sowohl Spongiolin wie Mark, wird wahrscheinlich von den Spongoblasten des sich bildenden Stammes zur Bildung von Spongiolin für den Stamm verwendet. Die Thätigkeit der Spongoblasten ist hier also eine doppelte: eine auflösende und eine abscheidende und ist im gewissen Sinne eine der Wirkung der markbildenden Zellen vergleichbare, zum Theil reciproke. Der auf diese Weise entstehende Stamm zeigt wellenförmige Schichtung. Nehmen wir die von der Achse entfernteren Theile als Wellenberge an, so haben wir wohl für jede aufgelöste Hornfaser einen Wellenberg, der als Basis für die späteren Hornlagen dient und in allen außerhalb desselben liegenden Schichten abgebildet wird. Dies erklärt es, warum nach außen hin die Zahl der wellenförmigen Falten der Hornlagen zunimmt. Je mehr Fasern aufgelöst und einverleibt werden um so mehr Wellenberge sind anzutreffen.

Der Stamm besitzt, wie aus dieser Bildungsweise hervorgeht, nur einen Markcylinder. Dieser liegt annähernd in der Mitte und beträgt sein Durchmesser oft weniger als ein Zehntel des Gesammtdurchmessers des Stammes, was diesen von den übrigen Theilen des Skelettes, in welchen der Durchmesser des Markes stets mehr als die Hälfte des Gesammtdurchmessers beträgt, wesentlich unterscheidet. Die Markräume jener Äste, die seitlich aus dem Stamme entspringen, stehen oft nicht mit dem Markraume des Stammes selbst in Verbindung, obwohl das Mark einiger derselben doch noch nachträglich durch eine Wucherung der ältesten markbildenden Zellen des Stammes mit dem Marke der übrigen Skeletttheile in Verbindung tritt.

Dendrilla aërophoba.

Verhältnismäßig selten findet sich in Port Philip auf felsigem Grunde in einer Tiefe von 4—7 Meter unter der Ebbegrenze ein kleiner, schön schwefelgelber Schwamm, der zwar in der äußeren Erscheinung ziemlich wesentlich von Dendrilla rosea abweicht, jedoch zweifelsohne derselben Gattung zugezählt werden muss. Alle Exemplare, welche ich erhielt, hatten annähernd dieselbe Größe (Taf. X, Fig. 1), sie waren 8—10 cm lang und etwa 4 cm breit. Eben so wie Dendrilla rosea sitzt auch diese Species auf einem Stiel, ist jedoch nicht klumpig sondern mehr flächenhaft ausgebreitet, einer längs gefalteten Platte gleich. Diese Platte übersteigt nie eine Dicke von 1 cm und erscheint durchaus gleich mächtig. Eben so stark oder auch etwas stärker ist der Stiel, der ohne Grenze in den übrigen Schwammkörper allmählich übergeht. Am distalen Ende verschmälert sich der Schwamm und erscheint also fast spindelförmig, das Ende selbst ist abgerundet.

Der Schwamm besteht aus einer großen schildförmigen Hauptplatte, welcher Stiel und Spitze angehören, und aus einer oder mehreren Nebenplatten, die längsgerichtet der Schwammachse parallel, der konkaven Seite der schildförmigen Hauptplatte aufsitzen. Wie die erwachsene Dendrilla rosea besitzt auch unsere Art ein einziges endständiges Osculum, welches nicht über die übrige Schwammoberfläche erhoben ist. Dasselbe ist kreisrund und hat einen Durchmesser von 5 mm.

Die Oberfläche ist nicht wesentlich von jener anderer Aplysillinen verschieden, die Conuli ragen 2—3 mm über die konkaven Felder empor und sind durchschnittlich 5 mm von einander entfernt. Öfters stehen 2—5 Conuli in dicht gedrängten Gruppen, so dass hierdurch an einzelnen Stellen, besonders an der konkaven Seite des Schwammes, die Regelmäßigkeit in der Vertheilung der Conuli gestört wird. Solche Gruppen bilden dann den Übergang zu Conulis, deren unregelmäßiger Kontur darauf hinweist, dass die Hornfaser, welche ihm zur Stütze dient, nicht einfach ist, sondern dass nahe unter der Spitze aufstrebende Zweige abgehen, welche die unregelmäßig höckerige Gestalt des betreffenden Conulus verursachen. Erhöhte Firste spannen sich zwischen den meisten, jedoch nicht allen, einander zunächst liegenden Conulis aus, so dass neben den dreieckigen konkaven Feldern auch rhombische vorkommen.

Die Farbe ist durch den ganzen Schwamm ein ziemlich gleichmäßiges Schwefelgelb; er hat genau dieselbe Farbe, wie Aplysina aërophoba. Sehr interessant ist es, dass an unserem Schwamme derselbe Farbenwechsel durch die Einwirkung von süßem Wasser, Luft oder anderen schädlichen Substanzen hervorgerufen wird, welcher Aplysina aërophoba auszeichnet. Ich habe demgemäß auch für diesen Schwamm den Speciesnamen aërophoba gewählt.

Der Schwamm wird nämlich, wenn er unter ungünstigen Umständen langsam abstirbt, allmählich von der Oberfläche gegen die Mitte zu (Taf. X, Fig. 6) schön blau. Später geht diese Farbe fast in Schwarz über, obwohl auch dann noch bei gutem Lichte das Blau deutlich erkennbar ist. Auch die Einwirkung von Alkohol ist die gleiche, wie bei Aplysina sulfurea, indem der Schwamm hierdurch schmutzig kupferroth wird. Dieser Farbstoff geht zum Theil in Lösung und fällt dann als brauner Niederschlag wieder aus. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Spongien besteht, was die Farbe anbelangt, jedoch darin, dass bei unserer Dendrilla dieselbe nicht, wie bei Aplysina, an konkrementartige Ballen[1] gebunden ist. Es findet sich der veränderliche Farbstoff vielmehr in ähnlichen kleinen Körnchen, wie ich sie als Farbstoffträger für die beiden anderen australischen Aplysillinen beschrieben habe.

Der Farbenwechsel ist im centralen Theile des Schwammes, auch wenn man denselben durchschnitten hat, weder bei Süßwasser-, noch bei Alkoholeinwirkung so intensiv und schön, wie an der Oberfläche, was zum Theil darauf zurückzuführen sein dürfte, dass in der Haut von Dendrilla aërophoba, wie in der Haut der oben beschriebenen Schwämme, besonders zahlreiche amöboide Wanderzellen, und daher auch besonders viele Pigmentkörnchen vorkommen.

Die Konsistenz unseres Schwammes ist eine derbe zu nennen und steht daher im Gegensatze zu der Konsistenz der fast schleimigen, überaus weichen und zarten Dendrilla rosea. Den Konsistenzdifferenzen, sofern dieselben nicht auf Unterschiede im feineren Baue des Mesoderms zurückgeführt werden können, möchte ich keine große systematische Bedeutung beilegen, da dieselben je nach dem Wassergehalt der Grundsubstanz bei einer und derselben Species beträchtlichen Schwankungen unterworfen sind.

Dendrilla aërophoba zeichnet sich vor allen anderen Schwämmen dadurch aus, dass sie in süßem Wasser nicht verfault, sondern darin längere Zeit unverändert aufbewahrt werden kann. Alle Lumina, mit Ausnahme des terminalen Theiles des Oscularrohres verschwinden hierbei und der ganze, im Leben ziemlich poröse Schwamm stellt dann eine lederartige, überaus zähe blauschwarze Masse dar. Nur durch die Einwirkung von Alkalien gelingt es den Schwamm zu maceriren.

Ich habe auf Feldern, welche mit Seetang gedüngt wurden, zuweilen solche blauschwarze Schwämme gefunden, die schon geraume Zeit allen Unbilden des Wetters ausgesetzt gewesen waren und noch immer keine Spur von Fäulnis erkennen ließen. Todt waren diese Schwämme wohl sicher, da selbst solche, welche nur wenige Minuten in süßem Wasser gelegen hatten, sich im Aquarium nicht wieder erholten, sondern dieselben Veränderungen erkennen ließen. Eine solche Resistenz gegen Fäulnis kann nur auf irgend eine Substanz des Schwammkörpers zurückgeführt werden, welche das Leben fäulniserregender Bakterien unmöglich macht. Über die chemische Natur dieser Substanz kann ich jedoch aus den oben angeführten Gründen leider nichts Näheres angeben.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 396.

Das Skelett (Taf. X, Fig. 2) ist ein Hornbaum, dessen Äste keine wirklichen Anastomosen eingehen, sondern nur hier und da, wo sie sich seitlich berührt hatten, verkleben.

Von einer Hornplatte, welche sich dicht an die Unterlage anschmiegt und so den Schwamm am Meeresgrunde befestigt, erhebt sich ein vertikaler, gerader Stamm, von dessen Ende eine große Zahl sehr dünner Hornfasern abgeht, die sich in ihrem Verlaufe von unten nach oben nur wenig verästeln. In der Nähe der Oberfläche entspringen aus diesen Ästen zahlreiche Zweige, welche doldenförmig, hirschgeweihartig, quirlständig oder unregelmäßig aus den Ästen entspringen. Diese Zweige sind im Verhältnis zu den Ästen sehr kurz. Bei Weitem der größte Theil derselben endet in Conulis, nur selten gelingt es Vegetationsspitzen von Hornfasern im Schwammgewebe selbst aufzufinden.

Die Äste, welche aus dem Stamme entspringen, können aufstrebend genannt werden. Stets sind diejenigen, welche im centralen Theile des Schwammes liegen, einander und der Längsachse des Schwammes nahezu parallel. Die mittleren sind die längsten, gegen die Seiten des Schwammes hin nehmen sie an Länge ab. Auch hier bemerken wir, eben so wie bei Dendrilla rosea, dass einige Fasern rauh, knorrig, ja sogar längsgerieft sind, während andere ganz glattwandig erscheinen. Bei näherem Zusehen findet man, dass dieselbe Faser in einem Theile ihres Verlaufes knorrig, in einem anderen glatt sein kann. Wir werden unten hierauf zurückkommen. Die Fasern sind sehr zart und erreichen nie die Stärke selbst der zartfaserigsten Dendrilla rosea-Skelette.

Die centralen Theile der konkaven Felder werden von Porengruppen eingenommen, welche in die großen Hautporen führen. Die Kontraktilität der Haut übertrifft noch jene der Haut von Dendrilla rosea, indem nicht allein die Löcher des feinen Porenhäutchens, sondern auch die großen Hautporen ganz oder nahezu geschlossen werden können. Die Verhältnisse des Porensystems sind im Übrigen identisch mit denen von Dendrilla rosea: auf eine große, kreisrunde, im Maximum 0,17 mm im Durchmesser haltende, in der Mitte eingeschnürte Hautpore kommen sechs bis acht Löcher des feinen Porenhäutchens.

Obwohl in Folge der außerordentlichen Kontraktilität der Durchmesser der Poren großen Schwankungen unterworfen ist, so scheint mir doch eine Regelmäßigkeit in der Vertheilung größerer und kleinerer Hautporen in so fern wahrnehmbar zu sein, als im Centrum der konkaven Felder stets größere Poren anzutreffen sind, als an den Rändern (Taf. XIII, Fig. 33). Die Haut ist, besonders in der Mitte der Felder, überaus dick und erreicht hier einen Durchmesser von 0,18 mm. Freilich wird dieselbe sehr verdünnt, wenn die Hautporen geschlossen werden. Unser Schwamm besitzt, wie die andere Species, die Fähigkeit, seine Felder auszuflachen, was mit der Schließung der Poren Hand in Hand geht, doch ist diese Bewegung niemals eine bedeutende. Wesentlich erscheint es, dass sich in der Haut regelmäßig verhältnismäßig große Sandkörnchen finden (Taf. XIII, Fig. 33, 35 *F*). Erinnert schon diese Eigenthümlichkeit an Aplysilla violacea, so wird die Ähnlichkeit noch mehr dadurch gesteigert, dass der Subdermalraum mit jenem von Aplysilla violacea übereinstimmt und keineswegs jene Ausbildung zeigt, wie bei Dendrilla rosea.

Er besteht aus einem flachen Hohlraum, der nie eine Höhe von 0,05 mm übersteigt und in welchem auf der einen Seite die Hautporen einmünden, und von dessen anderer Seite die wasserzuführenden Kanäle mit trompetenförmig erweitertem Anfangstheil entspringen. Die Brücken, welche die Haut mit der Unterlage verbinden und so den Subdermalraum unterbrechen, sind nicht zahlreicher, wohl aber etwas stärker, als bei Aplysilla violacea, so dass hier die Haut fester am Schwamme haftet als dort. Der Subdermalraum besitzt, wie bei Aplysilla, die Fähigkeit, sich so stark zusammenzuziehen, dass sein Lumen schwinden kann. Wie bei den oben beschriebenen Spongien zeichnet sich die Haut an den Firsten zwischen den Conuli dadurch aus, dass sie besonders fest mit der Unterlage verbunden ist. Unter jenem Theil des Firstes, welcher dem Conulus zunächst liegt, findet sich überhaupt kein Subdermalraum. Nur die Mitten der Firste sind unterminirt. Es gewinnt somit der Subdermalraum, abgesehen von den Brücken, die Gestalt eines, den ganzen Schwamm umziehenden Hohlraumes, der durch sternförmige Verlöthungsstellen von Haut und Unterlage unterbrochen ist, in deren Mitten die conulitragenden Hornfasern liegen.

Das einführende Kanalsystem besteht aus drehrunden, ziemlich reich verzweigten Gängen von 0,1—0,2 mm Durchmesser. Nur eine ganz kurze Strecke weit verlaufen die Kanäle gerade, senkrecht zur Schwammoberfläche, im Inneren des Schwammes erscheinen sie vielfach gekrümmt und unregelmäßig gelagert. Sie kommen in allen Theilen des Schwammes vor.

Die Geißelkammern sind verhältnismäßig spärlich, ihrer Form, Größe und Lage nach jedoch nicht von den oben beschriebenen verschieden.

Das ausführende Kanalsystem besteht aus unregelmäßigen Gängen, die Anfangs ein ähnliches Lumen haben, wie die kleinsten einführenden Kanäle. Im Allgemeinen ziehen diese Gänge nach abwärts gegen die Basis des Schwammes hin und vereinigen sich hierbei zu Sammelkanälen, welche einen Durchmesser von 0,4 mm erreichen. Diese münden in die basalen Äste des Oscularrohres ein.

Das Oscularrohr spaltet sich gleich unter dem Osculum in 3—5 Zweige, von denen zwei die schildförmige Hauptplatte versorgen und außerdem für jede Nebenplatte einer vorhanden ist. Diese Gänge haben ein außerordentlich weites Lumen (Taf. XIII, Fig. 33) und übertreffen hierin den Oscularrohrstamm, so dass sie lakunös erweitert erscheinen. Sie haben einen ovalen Querschnitt. Die Achsen der Ellipse erreichen eine Länge von 2 und 1,4 mm. Nach unten zu nimmt das Rohr allmählich, nach oben zu aber plötzlich an Größe ab, indem es mit einer pylorusartigen Einschnürung in das Hauptrohr mündet. Erst in der unteren Hälfte dieses einer langen Radischenwurzel ähnlich sehenden Oscularrohrzweiges finden sich große Öffnungen in der Wandung, welche die Mündungen der wasserabführenden Kanäle sind. Das Oscularrohr und seine Zweige sind nicht durch einen Subdermalraum von dem übrigen Schwammkörper getrennt, wie bei der anderen Dendrilla-Art. Es gleichen die Wandungen vielmehr denen der anderen Spongien.

Ob und in wie weit dieser Schwamm mit den von Hyatt und anderen Forschern beschriebenen Schwämmen der Gattungen Dendrospongia, Darwinella und Janthella verwandt ist, lässt sich wegen mangelnder Beschreibung des Weichkörpers nicht feststellen.

Histologische Struktur.

Wenngleich unser Schwamm in seinem feineren Bau ziemlich nahe mit Dendrilla rosea übereinstimmt, so finden sich doch einige Abweichungen in den feineren Details, welche bemerkenswerth sind.

Die Haut.

Das Bindegewebe der Haut enthält in einer hyalinen Grundsubstanz dieselben sternförmigen und faserigen Bindegewebszellen, dieselben amöboiden Wander- und Drüsenzellen und ist von demselben ektodermalen Epithel bekleidet, wie die Haut der anderen Aplysillinen (Taf. XIII, Fig. 35). Die Faserzellen sind, gemäß der außerordentlichen Kontraktilität der Haut, besonders zahlreich und bilden zwei Platten an beiden

Seiten der Haut, so wie einen starken Sphinkter in der Wand der Hautporen. Besonders der letztere (Taf. XIII, Fig. 35 *M*) ist auffallend stark entwickelt, so dass die Intercellularsubstanz von den Faserzellen dort fast ganz verdrängt wird. Die amöboiden Wanderzellen zeichnen sich dadurch aus, dass sie durch Alkohol nicht unkenntlich gemacht werden und es ist daher an jedem Querschnitte durch die Haut von Spirituspräparaten an der Subdermalseite eine Schicht dicht stehender Wanderzellen nachweisbar, welche die braunrothen — im Leben schwefelgelben — Pigmentkörnchen enthalten. Solche Wanderzellen finden sich auch in der Mitte der Haut. Die Pigmentkörnchen sind ausschließlich an die amöboiden Zellen gebunden, was hier, wo letztere stets deutlich sichtbar sind, besonders schön zu sehen ist.

Die Drüsenzellen, welche, wie bei Dendrilla rosea auch in den Porenwandungen vorkommen, weichen in so fern von den oben beschriebenen ab, als sie viel längere Fortsätze besitzen und somit im Ganzen schlanker gebaut erscheinen. Sie sind hier geradezu kometenförmig (Taf. XIII, Fig. 34, 35) und besitzen auch zahlreichere Fortsätze, als jene von Aplysilla violacea. Sie erreichen eine Gesammtlänge von 0,03 und eine Dicke von 0,01 mm. Das Epithel ist von jenem der oben beschriebenen Arten nicht zu unterscheiden.

Was die Haut unseres Schwammes besonders auszeichnet, das sind die großen Sandkörnchen, welche in derselben liegen. Diese Sandkörnchen haben alle annähernd die gleiche Größe und alle auch dieselbe Gestalt und Lage in Bezug auf die Schwammoberfläche. Es sind 0,1 mm lange und 0,02—0,04 mm breite keilförmige Quarzkörnchen (Taf. XIII, Fig. 33, 35 *F*), welche in der äußeren Hälfte der Haut und zwar mit ihren Spitzen oder Schneiden nach außen zu liegen. Solche finden sich in den centralen Theilen der konkaven Felder. Diejenigen, welche in der Nähe der Conuli liegen, sind entsprechend der hier dünneren Haut kleiner, doch stets von derselben Gestalt und Lage, wie die großen. Es kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass sie als Defensivwaffen dienen, eben so wie die »Floricome spicules«, welche in den vorragenden Theilen der Oberfläche von Euplectella aspergillum liegen, oder die mit einer Spitze vertikal auf die Schwammoberfläche stehenden Nadeln der Plakiniden und anderer Kieselschwämme.

Wird ein Theil der Oberfläche des Schwammes gereizt, so ziehen sich die dort befindlichen Faserzellen stark zusammen und es werden hierbei die Poren geschlossen. Hierdurch wird zugleich die ganze Haut verdünnt, und es wird ein starker Druck auf das obere und untere Ende der Sandkörnchen ausgeübt, welche nicht, wie das weiche Bindegewebe, abgeplattet werden können. Dieser Druck bewirkt es, dass die Spitze der Sandkörnchen gegen das äußere Epithel gepresst wird. Zugleich beginnen aber auch die Drüsenzellen ihre secernirende Thätigkeit, und es wird hierdurch das Epithel zunächst abgehoben und schließlich von der drängenden Spitze des Sandkörnchens durchbohrt. Schwämme, die gelitten haben, lassen ihre Sandkörnchen bis zu ein Drittel ihrer Länge frei vorragen. In dieser Stellung werden sie dann von dem inzwischen zu einer Hornrinde erstarrten Sekret der Drüsenzellen festgehalten.

Haeckel[1] nimmt an, dass die Schwämme durch die Wahl der Fremdkörper, welche sie zum Aufbau ihres Skelettes verwenden, eine intellektuelle Thätigkeit bekunden, die ihrerseits wieder beweisen soll, dass die Schwämme eine gewisse Perceptionsfähigkeit — also Sinnesorgane — besitzen. Dieser Ansicht tritt Schulze[2] entgegen, indem er sehr zutreffend bemerkt, dass aus der Thatsache, dass eine gewisse Auswahl stattzufinden scheint, indem Sandkörnchen von einer gewissen Größe nur aufgenommen werden, noch nicht mit Nothwendigkeit folgt, dass den Schwämmen Urtheilskraft und Selbstbewusstsein zukommt. Es scheint wohl gewiss, dass alle Lebenserscheinungen der Spongien ohne Vorhandensein eines Bewusstseins verrichtet werden können. Da sich jedoch der Begriff Bewusstsein eben so wenig wie der Begriff der absoluten Position weiter definiren, unter einen höheren Begriff unterordnen lässt, so kann die Frage, ob die Schwämme Bewusstsein besitzen oder nicht, gar nicht diskutirt werden. Bei uns gehen alle Wachsthumsvorgänge ohne Hinzuthun des Bewusstseins vor sich und eben so wie das Epithel der Blutgefäße der Placenta z. B. nicht Alles absorbirt, was damit in Berührung gebracht wird, so wird das Epithel der Schwammoberfläche Fremdkörper von bestimmter Größe unter den zahlreichen, die damit in Berührung kommen, gewissermaßen auslesen. Ob nun der Placenta und dem Schwammepithel desshalb ein Bewusstsein zukommt, will ich nicht weiter besprechen. Jedenfalls ist die Auswahl der verwendbaren Sandkörnchen in dem Falle von Dendrilla aërophoba noch viel rigoroser und auffallender, als bei Spongelia, weil eine Sichtung nicht nur der Größe, sondern auch der Gestalt nach, hier vorliegt. Eine solche ist nicht mit einem Schlemmungsprocess vergleichbar und wäre viel eher geeignet ein Schwammbewusstsein zu erweisen, als die Auslese gleich großer Fremdkörper von wechselnder Gestalt. Zweifelsohne werden Sandkörnchen, auch von anderer Gestalt, wenn sie auf die Haut drücken, in dieselbe aufgenommen, es steht jedoch zu vermuthen, dass solche, ehe sie tief eingedrungen sind, wieder ausgestoßen werden, wonach dann den Bindegewebszellen in der Haut eine gewisse Sinnesthätigkeit nicht abgesprochen werden könnte, diese würde aber doch noch nicht das Bewusstsein beweisen. Ich habe in einem, zwischen Ebbe und Fluthgrenze gelegenen Felsloche, welches für sesshafte Thiere ein ausgezeichnetes natürliches Aquarium bildet, eine Dendrilla aërophoba längere Zeit am Leben erhalten und dieselbe mit feinem Sande bestreut. Nach 24 Stunden wurde ein kleines Stück dieses Exemplares in Alkohol gehärtet und untersucht. Sandkörnchen der verschiedensten Gestalt und Größe waren der Haut eingelagert, doch ragten alle um mehr als die Hälfte über die Schwammoberfläche vor. Ich glaubte an diesem Präparat erkennen zu können, dass einige passende, keilförmige Stücke tiefer eingedrungen waren als die anderen. Am anderen Tage nahm ich ein anderes Stück der Oberfläche und da waren die passenden Fremdkörperstücke bereits radial orientirt und fast ganz in die Haut versunken, während die anderen minder zahlreich nur an der Oberfläche lose hafteten. Den übrigen Theil des Schwammes untersuchte ich nach einer Woche und fand keine Spur mehr von anders geformten Sandkörnchen in seiner Haut vor, alle waren keilförmig. Bemerkenswerth ist es, dass die Sandkörnchen der Schwammhaut von einer, zwar nicht oft nachweisbaren, aber doch wahrscheinlich immer vorhandenen Lage von Spongiolin umgeben sind. Ich halte es für wahrscheinlich, dass dasselbe von den Drüsenzellen der Haut herrührt, welche das eindringende Sandkorn mit ihrem Sekret überzogen haben.

---

[1] E. Haeckel, Die Physemarien. Gasträaden der Gegenwart. Jenaische Zeitschrift. Bd. XI.

[2] F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Gattung Spongelia. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 131.

Die Geißelkammerzone.

Im feineren Bau stimmt der unter dem Subdermalraum liegende Theil des Schwammes vollkommen mit den oben beschriebenen Arten überein. Die farblose, hyaline Grundsubstanz enthält außer den gewöhnlichen sternförmigen und faserigen Bindegewebszellen noch einzelne amöboide Wanderzellen, die auch hier, wie in der Haut, deutlich erkennbar sind. In diesen finden sich Pigmentkörnchen. Eine besonders mächtige Lage von Faserzellen findet sich in der Wand der lakunös erweiterten Zweige des Oscularrohres. Auch erscheinen die bindegewebigen Hüllen der Hornfasern unseres Schwammes viel dicker, als die entsprechenden Bildungen von Dendrilla rosea. Stränge von Faserzellen durchsetzen in allen Richtungen den Schwammkörper. Diese ausnehmend starke Entwicklung der faserigen Elemente dürfte es wohl sein, auf welche die außerordentliche Kontraktilität unseres Schwammes zurückzuführen ist. Wenngleich kein Unterschied in dem Aussehen der Grundsubstanz der beiden Dendrilla-Arten besteht, so ist doch die Grundsubstanz von Dendrilla aërophoba viel härter, so dass sie etwa die Konsistenz der harten Muskelstützleisten an der Subumbrella großer Medusen erreicht.

Die Genitalorgane (Taf. XIII, Fig. 33 *G*) sind unregelmäßig geformte Haufen von Eiern oder Spermaballen, welche in allen Theilen des Schwammes zwischen den Geißelkammern vorkommen. Auch hier findet man zu gleicher Zeit männliche und weibliche Genitalprodukte in den hermaphroditischen Schwämmen. Stets finden sich in einem Haufen Genitalprodukte von verschiedener Reife, große und kleine Eier oder Spermaballen neben einander. Sie werden durch Septen von einander geschieden, welche von der gemeinsamen, vielschichtigen Bindegewebshülle nach innen ragen.

Ich habe zuweilen Exemplare untersucht, welche ausschließlich weibliche Genitalorgane enthielten, kann aber, da der Schwamm überhaupt selten ist, nicht mit genügender Sicherheit angeben, ob ein solches Verhältnis häufig ist und ob es auf einer früheren Reifung und Ausstoßung der männlichen Genitalprodukte beruht.

Die Epithelien der beiden Kanalsysteme unterscheiden sich von einander wie bei Dendrilla rosea. Das Epithel des Oscularrohres und seiner erweiterten Äste gleicht dem entodermalen Plattenepithel des ausführenden Kanalsystemes vollkommen, es ist somit in diesem Falle zweifellos das Oscularrohr eine entodermale Bildung. Die Geißelkammern besitzen mehrere kleine Einströmungsporen, die aber nur selten erkennbar sind. Das Lumen ist sehr veränderlich und sinkt oft beträchtlich unter die anderen Aplysillinen zukommende Maximalgröße herab. Die Kragenzellen enthalten stets Pigmentkörnchen von derselben Art wie die amöboiden Wanderzellen. Diese scheinen, obwohl im Leben schön gelb, doch nicht beim Absterben des Schwammes so intensiv blau zu werden und auch nach Alkoholeinwirkung erscheinen sie mehr gelblichbraun als rothbraun. Es weist dieser Unterschied ohne Zweifel auf eine Verschiedenheit in der chemischen Konstitution der Körnchen hin, und es scheint somit, dass sie nicht als solche von den Kragenzellen ausgestoßen werden, sondern dass nur einzelne Bestandtheile derselben abgeschieden werden, während der übrige Theil wieder den amöboiden Zellen übergeben wird. Die Analogie dieser Pigmentkörnchen mit rothen Blutkörperchen wäre somit ziemlich bedeutend, um so mehr, als nichts der Annahme im Wege steht, dass ihnen in den Kragenzellen Sauerstoff übertragen wird.

Die Hornfasern.

Wenn wir die Skelettbildungen der Aplysillinen mit einander vergleichen, so finden wir, dass die Wachsthumsgesetze der Fasern und somit die Art der Verzweigung derselben sich in einer Reihe ordnen lassen. Gehen wir von Aplysilla violacea aus. Dort finden wir eine doldenförmige Verzweigung ausschließlich. Keiner der Äste ist die Fortsetzung des Stammes, alle sind gleich stark und einander desshalb vollkommen homolog, weil sie gleichzeitig entstanden sind. Es folgt hieraus, dass bei Aplysilla violacea die Hornfasern sich ausschließlich an ihren Vegetationsspitzen spalten und nur dort Zweige hervorsprossen lassen. Bei Dendrilla rosea haben wir neben dieser Art der Zweigbildung auch noch eine Zweigbildung, welche an der Seite einer Hornfaser beginnen kann und deren Folge ein Unterschied der Stärke der fertigen Äste ist. Hierdurch wird auch die gegenseitige Lage der Äste dahin beeinflusst, dass neben der weitaus überwiegenden doldenförmigen Verzweigung eine verticillate auftritt. Dendrilla aërophoba gleicht hierin der anderen Species, nur dass hier die quirlartigen Verzweigungen viel zahlreicher sind und etwa eben so viele verticillate wie doldenförmige vorkommen. Bei Aplysilla sulfurea endlich, wo von einer Verzweigungsstelle meist nur zwei Äste abgehen, ist der Unterschied zwischen den Ästen stets ausgesprochen, so dass hier eine Spaltung der Vegetationsspitze der Hornfaser, wie bei Aplysilla violacea, wohl nicht vorkommen dürfte.

Die Schichten, welche wir an den Hornfasern und ihrer Umgebung von Dendrilla aërophoba vorfinden, sind den oben von der anderen Species beschriebenen homolog und aus denselben Elementartheilen zusammengesetzt. Die bindegewebige Hülle zeichnet sich durch ihre außerordentliche Dicke aus (Taf. XIII, Fig. 28 *B*), welche übrigens keineswegs konstant ist. Der Spongoblastenmantel ist an denjenigen Ästen, welche unverzweigt den größten Theil des Schwammes durchziehen und durch ihre Zartheit ausgezeichnet sind, nicht nachweisbar. An anderen Skeletttheilen jedoch findet man stets Spongoblasten, welche sich durch ihre Schlankheit auszeichnen und hierin den Drüsenzellen der Haut gleichen.

Die Hornfasern selbst haben in verschiedenen Abschnitten ihres Verlaufes verschiedene Dicke und verschiedene Konturen (Taf. X, Fig. 2 *a*). Sie erscheinen dicht oberhalb ihrer Ursprungsstelle zwiebelartig verdickt und schön längsgerieft. Verfolgen wir die Faser in centrifugaler Richtung, so finden wir, dass die erhöhten Längsrippen allmählich niedriger werden und sich die Hornfaser zugleich verdünnt.

In einiger Entfernung von der Ursprungsstelle verschwindet die Längsriefung vollständig und von hier an gleicht die Faser den oben von Dendrilla rosea beschriebenen Fasern vollkommen. Der längsgeriefte und verdickte Theil der Faser erreicht eine verschiedene Länge. Obwohl meist in einer Entfernung von 3 mm die Fasern einen kreisförmigen Querschnitt angenommen haben, so kommt es doch auch ausnahmsweise vor, dass die Fasern auf eine Strecke von 10 mm hin längsgerieft sind.

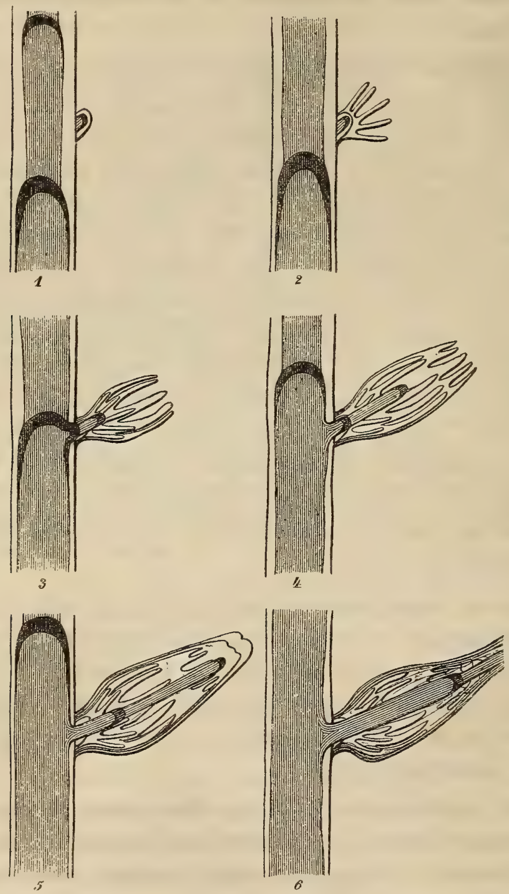
Die verticillate Verzweigungsform unterscheidet sich von der doldenförmigen dadurch, dass bei der ersteren der Hauptast, welcher die Fortsetzung des Hauptstammes bildet, glatt und drehrund ist, während bei der letzteren Form alle Äste längsgerieft und zwiebelartig verdickt erscheinen. An Querschnitten durch die längsgeriefte Partie einer Faser erkennt man (Taf. XIII, Fig. 28), dass die Hornlagen je weiter wir nach Innen vorgehen, eine um so stärkere wellenförmige Biegung aufweisen. Es waren diese Fasertheile also anfänglich, in der Jugend, weit stärker gerieft als zur Zeit der Tödtung des Schwammes und die Spongoblasten erfüllten die Wellenthäler (vergleiche die Bezeichnung bei den Spongiolinschichten des Stammes von Dendrilla rosea) immer mehr und mehr, indem die dort situirten Spongoblasten viel mehr Hornsubstanz secernirten, als diejenigen, welche auf den Wellenbergen oben standen. Oft lässt sich eine wellenförmige Form der innersten Hornschichten an älteren Fasern auch da nachweisen, wo der Kontur bereits ganz glatt geworden ist.

Der centrale Markcylinder ist stets drehrund und seine Oberfläche durchschneidet die wellenförmigen Trennungsflächen der innersten Hornlagen, so dass ein allmählicher Übergang des Spongiolins in Marksubsanz bei Dendrilla aërophoba nicht stattfinden kann. Es ist hier vielmehr deutlich zu erkennen, dass der Markraum ausgebohrt wurde nachdem die Hornfaser da war.

Das Mark selbst erscheint körnig, lässt jedoch öfters als bei Dendrilla rosea Spuren einer Zusammensetzung aus auf einander folgenden Kuppeln erkennen. Fingerhutförmige Gruppen von markbildenden Zellen, die farblos und trübe sind, finden sich bei diesem Schwamme in derselben Art vor, wie bei Dendrilla rosea.

Meines Wissens ist noch von keinem Schwamme eine ähnliche Gestalt der Hornfasern beschrieben worden, wie sie die Fasern unseres Schwammes besitzen. Die Entwicklungsgeschichte der Fasern erklärt ihre eigenthümliche Gestalt. Da im Inneren des Schwammes zuweilen an älteren Hornfasern sich neue Zweige bilden, gelingt es die Entwicklung und das Wachsthum an Zweigen, welche verschieden groß sind, zu studiren.

Auf dem Holzschnitte habe ich einige Entwicklungsstadien eines Hornfaserzweiges dargestellt. Zunächst vermehren sich die Spongoblasten an irgend einer Stelle des Spongoblastenmantels sehr rasch und bilden bald eine Verdickung des Mantels an dieser Stelle. Sie nehmen hierbei die polyedrische Gestalt jener Spongoblasten an, welche sich an den Vegetationsspitzen der Hornfasern finden. Die anfänglich von diesen Zellen abgeschiedene Hornsubstanz bildet einen Zapfen, dessen Schichten deutlich von jenen der Stammfaser abgesetzt erscheinen. Markbildende Zellen werden am Grunde des Zapfens zurückgelassen und diese be-



ginnen alsbald ihre Thätigkeit, indem sie gegen die Spitze der Zweigfaser hin wachsen und das ihnen im Wege liegende Spongiolin in Marksubstanz umwandeln (Fig. 1). Die Kuppel von polyedrischen Spongoblasten theilt sich nun in mehrere getrennte Gruppen und im Gefolge dieser Erscheinung sehen wir nun mehrere radial vom Anfangs gebildeten Zapfen ausstrahlende Äste entstehen (Fig. 2). In diesen werden jedoch keine markbildenden Zellen zurückgelassen, so dass sie auch marklos bleiben. Ihre Zahl ist verschieden, sie schwankt zwischen 4 und 10. Während die Spongoblasten der Stammfaser eine nur sehr unbedeutende Thätigkeit entfalten, wachsen alle Theile des Zweiges ungemein rasch, besonders sind es die eben entstandenen marklosen Zweige, welche sehr rasch in die Länge zu wachsen scheinen, da nur 8⁰/₀ der von mir beobachteten Zweigkeime zwischen den Stadien 1 und 5 sich in diesem Zustande der Entwicklung befanden. Zugleich beginnen die Fasern sich nach einer oder nach mehreren Richtungen hin derart zu orientiren, dass sie einen oder mehrere Büschel bilden, welche aus Fasern bestehen, die mit ihren Spitzen gegen einander konvergiren.

In den meisten Fällen konvergiren alle nach einem und demselben Punkte hin, wie dies auch in der Figur dargestellt ist, und wie es ausnahmslos geschieht, wenn die Zahl der Hornfädchen eine geringe ist. Da nur an jungen Fasertheilen sich Zweige ansetzen, so folgen die Kuppeln markbildender Zellen in der Stammfaser ziemlich rasch auf einander und stets gelangt, bald nachdem sich der junge Zweig zu bilden begonnen hat, eine der Kuppeln der Stammfaser an jene Stelle, welcher der Zweig aufsitzt. Hier bildet sich eine seitliche Ausstülpung der Zellenkuppe, welche zapfenartig in den Zweig hineinwächst. Auf diese Weise wird die Wand der Stammfaser durchbrochen (Fig. 2), und der kontinuirliche Zusammenhang der Markräume von Ast und Stamm hergestellt.

Der anfänglich in dem Zapfen zurückgelassene Haufen von markbildenden Zellen wächst in diejenige Richtung, welche als Achse für den konvergirenden Büschel von Hornfäden anzusehen ist. Konvergiren die Hornfäden nach zwei oder mehr Richtungen hin, dann theilt sich die Kuppe der markbildenden Zellen und jeder Theil bildet für sich eine Kuppe, die in der Richtung der Achse weiter wächst. Eben so theilt sich auch jene Kuppe von Markbildnern, welche von der Stammfaser herrührt.

Die Spongoblasten, welche an der inneren Seite der konvergirenden Hornfäden, so wie zwischen diesen liegen, sondern viel mehr Spongiolin ab, als die anderen, so dass bald der Raum zwischen den Hornfäden ausgefüllt wird, und diese zu einem soliden Zapfen verschmelzen, welcher dann von den Markbildnern durchbohrt wird (Fig. 4). Konvergiren die Hornfäden gegen mehr als eine Achse, so entstehen mehrere solche Zapfen. Die Hornfäden wachsen noch immer in die Länge, so dass das vordere Ende des Zapfens noch eine Zeit lang zackig erscheint. Bald (Fig. 5) verschmelzen auch diese Zacken und wir haben einen vorn abgerundeten, vom Marke durchbohrten Zapfen vor uns, dessen Querschnitt bereits der Figur 28 (Taf. XIII) und dessen Profil den zwiebelartig aufgeschwollenen Basaltheilen der fertigen Zweige ähnlich sieht (Taf. X, Fig. 2 *a*). Sobald die Kuppen polyedrischer Spongoblasten an den Spitzen der Fäden, dadurch, dass sie auf den einander zugekehrten Theilen der Vegetationsspitzen mehr Spongiolin abgeschieden haben, so nahe an einander rücken, dass sie sich berühren, verschmelzen sie zu einer Kuppe. Da das Konvergiren der Hornfäden durch ein einseitiges Vorwiegen der Thätigkeit der nach innen zu gelagerten polyedrischen Spongoblasten an den Spitzen bewirkt wird, rücken die Kuppen selbst auf die Außenseite, d. h. die konvexe Faserseite und kommen so in jene Lage, welche sie später in der, durch ihre Vereinigung entstandenen Kuppe einnehmen. Von nun an (Fig. 6) geht das Wachsthum des Zweiges gerade so vor sich, wie ich dies oben für Dendrilla rosea beschrieben habe.

Die Längsriefen der Basaltheile der Fasern von Dendrilla aërophoba entsprechen den ursprünglichen Hornfäden. Die Schichtung, welche wir am Querschnitte der ausgebildeten Zweigfaser erkennen, zeigt die konvexen Theile der anfänglich getrennten Hornfäden und die äußeren Schichten, während der centrale Theil des Zapfens von dem später gebildeten Markrohre eingenommen wird.

Stets ist die Anheftungsstelle der Zweige an den Hauptfasern die dünnste Stelle, und es geschieht leicht, dass besonders junge Zweige an dieser Stelle abbrechen. Solche abgebrochene Zweige sind, besonders wenn mehrere auf einem Zapfen sitzende sammt diesem abgebrochen wurden, mit den sternförmigen Hornnadeln von Darwinella zu vergleichen. Es wäre nicht unmöglich, dass eine solche Lostrennung bei diesem mit isolirten sternförmigen Hornsternen erfülltem Schwamme stattfindet, und es würde dann unser Schwamm diesen in der Beziehung ganz isolirt stehenden Schwamm mit den anderen Aplysiniden verbinden.

North Brighton bei Melbourne, im August 1882.

Tabellarische Übersicht der wichtigsten Eigenschaften der Aplysillinae.

Familie **Aplysinidae**:
Hornfasern ohne Fremdkörper mit einem centralen Markcylinder.

Unterfamilie **Aplysininae**:
Kleine birnförmige Geißelkammern; körnige Grundsubstanz; anastomosirende Hornfasern.

Unterfamilie **Aplysillinae**:
Große sackförmige Geißelkammern; hyaline Grundsubstanz; nicht anastomosirende, baumförmige Hornfasern.

Gattung **Aplysilla**:
Krustenförmig; zahlreiche einzelne Spongiolinbäumchen.

Gattung **Dendrilla**:
Gestielte Klumpen; ein einziger Spongiolinbaum.

A. rosea F. E. Schulze:	**A. sulfurea** F. E. Schulze:	**A. violacea** R. v. Lendenfeld:	**D. rosea** R. v. Lendenfeld:	**D. aërophoba** R. v. Lendenfeld:
An Fasern, Stamm und Seitenzweige unterscheidbar; rosa; Haut ohne Fremdkörper; Adria und atlant. Ocean.	An Fasern, Stamm und Seitenzweige unterscheidbar; gelb; Haut ohne Fremdkörper; Adria.	Faserverzweigung doldenförmig; violett; Haut mit Einlagerungen von Sand u. Spongiennadeln; Südsee.	Rosa; Haut ohne Fremdkörper; Hornfasern glatt oder knorrig; Oscularrohr mit Subdermalraum; Südsee.	Gelb, nach dem Tode blau; Haut mit Sandeinlagerungen; Hornfasern über Verzweigungsstellen verdickt und längsgerieft; Oscularrohr ohne Subdermalraum; Südsee.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Fig. 1. Dendrilla aërophoba. Nach dem Leben gemalt, in natürlicher Größe.

Fig. 2. Dendrilla aërophoba. Das ausmacerirte Skelett auf der urprünglichen Unterlage, in natürlicher Größe.

Fig. 2*a*. Dendrilla aërophoba. Ein Theil des ausmacerirten, jedoch nicht getrockneten Skelettes. 20 : 1.

Fig. 3. Dendrilla rosea. Das ausmacerirte Skelett auf der ursprünglichen Unterlage, in natürlicher Größe.

Fig. 4. Dendrilla rosea. Nach dem Leben gemalt. 2 : 1.

Fig. 5. Aplysilla violacea. Nach dem Leben gemalt, in natürlicher Größe.

Fig. 6. Dendrilla aërophoba. Querschnitt eines, 30 Minuten der Einwirkung destillirten Wassers ausgesetzten Stückes in natürlicher Größe.

Fig. 7. Aplysilla violacea. Das ausmacerirte Skelett auf seiner ursprünglichen Unterlage in natürlicher Größe.

Tafel XI.

Alle Figuren beziehen sich auf Aplysilla violacea.

Fig. 8. Ansicht der Oberfläche mit einer Oscularöffnung bei auffallendem Licht. 20 : 1.

Fig. 9. Haut des Schwammes bei durchfallendem Licht. 350 : 1.

Fig. 10. Seitenansicht einzelner Hornfasern. 2 : 1.

Fig. 11. Eine Hornfaser. 50 : 1.

Fig. 12. Querschnitt durch die Oberhaut des Schwammes. 800 : 1.

Ec, ektodermales Plattenepithel;
F, im äußeren Theile der Haut eingelagerte Fremdkörper;
E, Einströmungsöffnung der Oberhaut;
G, Geißelkammern;
D, Drüsenzellen;
P, Löcher des feinen Porenhäutchens;
B, sternförmige Bindegewebszellen;
M, kontraktile Faserzellen;
W, amöboide Wanderzelle;
S, Subdermalraum;
C, einführender Kanal.

Fig. 13. Längsschnitt durch eine Geißelkammer. 1100 : 1.

Ec, ektodermales Plattenepithel des wasserzuführenden Kanales;
En, entodermales Plattenepithel des wasserabführenden Kanales;
M, kontraktile Faserzellen;
B, sternförmige Bindegewebszellen;
O, Einströmungsöffnungen in die Geißelkammer.

Fig. 14. Querschnitt durch eine niedere Schwammkruste. 40 : 1.

A, von abführenden Kanälen gebildetes anastomosirendes Lakunensystem an der Basis der Kruste;
H, Hornplatte, welche den Schwamm von seiner Unterlage trennt, und aus welcher sich die Hornfasern erheben;
O, Osculum;
S, Spermaballen.

Fig. 15. Schnitt annähernd parallel zur Basalfläche der Kruste. 160 : 1.

H, Hornfaser;
Sp, Spongoblastenmantel;
E, wasserzuführende Kanäle;
A, wasserabführender Kanal.

Tafel XII.

Fig. 16. Ansicht von Dendrilla rosea bei auffallendem Licht. 15 : 1.

Fig. 17. Eierhaufen in einer hohlkugelförmigen endothelartigen Hülle von Aplysilla violacea. 100 : 1.

Fig. 18. Schnitt durch den oberflächlichen Theil eines jungen Eierhaufens von Aplysilla violacea. 1500 : 1.

e, endothelartiges Gewebe von platten Elementen um und zwischen den Eiern;
S, Stielzellen, mittels welcher die Eier an die Innenwand ihrer Follikel geheftet sind;
s, sternförmige Bindegewebszellen, in welche die Follikelzellen allmählich übergehen.

Fig. 19. Oberhaut von Dendrilla rosea bei durchfallendem Licht. 400 : 1. (In der linken Hälfte der Figur ist das äußere Plattenepithel entfernt.)

Ec, ektodermales äußeres Plattenepithel;
D, Drüsenzellen;
M, kontraktile Faserzellen;
R, aufgewulstete Ringe, welche die Poren umgeben (vgl. Fig. 21);
Z, dreistrahlige kontraktile Faserzellen der Haut;
z, kontraktile Zellen verschiedener Form in dem feinen Porenhäutchen.

Fig. 20. Schnitt durch Dendrilla rosea, senkrecht auf das Oscularrohr. 35 : 1.

S, Subdermalraum unter der äußeren Haut;
s, Subdermalraum unter der Oscularrohrwand.

Fig. 21. Querschnitt durch die Oberhaut von Dendrilla rosea. 1200 : 1.

D, Drüsenzellen;
Ec, ektodermales Plattenepithel;
R, Zellen, welche die Ringe in der Umgebung der Poren der Siebplatte zusammensetzen;
M, kontraktile Faserzellen;
z, kontraktile Zellen verschiedener Form in dem feinen Porenhäutchen;
S, sternförmige Bindegewebszelle;
P, Poren des feinen Porenhäutchens;
E, Pore der Oberhaut.

Fig. 22. Flächenansicht eines Stückes eines feinen Porenhäutchens von Dendrilla rosea. 1200 : 1.

Ec, ektodermales Plattenepithel;
z, kontraktile Zellen verschiedener Form in dem feinen Porenhäutchen;
R, Zellen, welche die Ringe in der Umgebung der Poren zusammensetzen;
P, Poren des feinen Porenhäutchens.

Fig. 23. Querschnitt durch einen oberflächlichen Theil von Dendrilla rosea. 150 : 1.

Ec, ektodermales Plattenepithel;
D, Drüsenzellen;
P, Poren des feinen Porenhäutchens;
E, Einströmungsporen der Oberhaut;
W, amöboide Wanderzellen;

S, Subdermalraum, von senkrecht auf die Oberfläche stehenden Strängen durchzogen;
E', wasserzuführende Kanäle.

Tafel XIII.

Fig. 24. Querschnitt durch den Stamm des Hornbaumes von Dendrilla rosea. 12 : 1.

Fig. 25. Längsschnitt durch die Spitze einer im Inneren des Schwammkörpers üppig wachsenden Hornfaser von Dendrilla rosea. 150 : 1.

B, Faserzellenhülle;
Sp, Spongoblastenmantel;
Sp', Spongoblastenmasse an der Vegetationsspitze;
Z, Zellen, welche in der Hornfaser eingebettet sind;
H, Schichten von Hornsubstanz.

Fig. 26. Querschnitt durch die Umgebung einer Hornfaser von Dendrilla rosea. 750 : 1.

B, Faserzellenhülle;
Sp, Spongoblasten;
H, Schichten von Hornsubstanz.

Fig. 27. Markbildende Zellen aus der centripetalen Partie einer Hornfaser von Dendrilla rosea. 200 : 1.

Fig. 28. Querschnitt durch eine Hornfaser von Dendrilla aërophoba. 150 : 1.

M, Markcylinder;
H, geschichtete Hornsubstanz;
Sp, Spongoblastenmantel;
B, Faserzellenhülle;
E, wasserzuführende Kanäle;
A, wasserabführende Kanäle;
S, sternförmige Bindegewebszellen;
e, Einströmungsöffnungen in die Geißelkammern;
a, Ausströmungsöffnung aus den Geißelkammern.

Fig. 29. Längsschnitt durch eine Hornfaser von Dendrilla rosea. 150 : 1.

M, Markcylinder;
H, geschichtete Hornsubstanz;
Sp, Spongoblastenmantel;
B, Faserzellenhülle;
B', Faserzellenstrang, der von der Hülle abgeht.

Fig. 30. Ansicht einer Hornfaser von Dendrilla rosea. 15 : 1.

Fig. 31. Vegetationsspitze einer Hornfaser aus einem Conulus von Dendrilla rosea. 70 : 1.

Z, markbildende Zellen.

Fig. 32. Hornfaser von Dendrilla rosea. 70 : 1.

M, Markcylinder;
H, geschichtete Hornsubstanz;
Z, markbildende Zellen;
Z', differenzirte markbildende Zellen der centripetalen Hornfaserpartie;
V, in einen Conulus ragende Vegetationsspitze.

Fig. 33. Schnitt durch eine Dendrilla aërophoba, senkrecht auf das Oscularrohr. 30 : 1.

G, Eierhaufen;
H, Hornfasern.

Fig. 34. Drüsenzellen aus der Haut von Dendrilla aërophoba. 800 : 1.

Fig. 35. Querschnitt durch die Haut von Dendrilla aërophoba. 300 : 1.

E, Einströmungspore der Oberhaut;
P, Poren des feinen Porenhäutchens;
D, Drüsenzellen;
M, kontraktile Faserzellen;
S, sternförmige Bindegewebszellen;
W, amöboide Wanderzellen;
F, Sandkorn;
s, Subdermalraum;
Ec, ektodermales Plattenepithel.

Nachschrift.

Der Verfasser vorstehender Arbeit erhielt, nachdem er das Manuskript derselben an die Redaktion dieser Zeitschrift abgesendet hatte, The Annals and Magazine of natural history Ser. 5. Vol. 8. No. 44. Darin hat H. J. Carter (p. 103) eine als Aplysina purpurea schon früher (Annals and mag. of nat. history Ser. 5. Vol. 6. p. 36) erwähnte Spongie beschrieben. Es wäre nicht unmöglich, dass dieser im Golfe von Manaar, an der Küste von Ceylon und an der S.-W.-Küste von Australien vorkommende Schwamm mit der oben beschriebenen Aplysilla violacea identisch wäre. Da aber Carter nur nach trocknem Materiale seine Beschreibung gemacht hat, ist ein endgültiges Urtheil über diese Aplysina purpurea nicht abzugeben.

Zur Kenntnis der Embryologie von Hydra.

Von

Dr. **A. Korotneff** aus Moskau.

Mit Tafel XIV.

Was die Entwicklung der Hydra anbetrifft, so ist sie für uns noch sehr unklar, wenn auch die Hauptmomente derselben von den zwei früheren Forschern, KLEINENBERG[1] und KERSCHNER[2], schon angedeutet sind. Die frühesten Untersuchungen von v. SIEBOLD und MAX SCHULTZE haben in Betreff der Histogenie kein besonderes Interesse, desswegen werde ich mich nur an die erwähnten Arbeiten von KLEINENBERG und KERSCHNER halten, die in ihnen befindlichen Widersprüche zeigen und danach zu meinen eigenen Beobachtungen in diesem Gebiete mich wenden.

Nach KLEINENBERG ist die Furchung ganz äqual in 2, 4, 8, 16 und so weiter Theile; es bildet sich aber keine Furchungshöhle. Weder das Ei noch die davon stammenden Segmente besitzen Kerne, die letzten kommen nur in den künftigen Zellen vor. Die peripherische Zellschicht wandelt sich nach einiger Zeit in eine chitinöse Eischale um, und danach kommt bald ein zweites Häutchen am Ei unter der Schale vor. Nun aber tritt eine Periode relativer Ruhe ein, welche als eine wahre Histolyse anzusehen ist; die Zellen verschmelzen, die Kerne verschwinden und der Keim verwandelt sich in einen Plasmakörper, der nur Dotterkerne (Pseudozellen KL.) enthält. Im Inneren des Protoplasma entsteht dann ein heller excentrischer Raum, der sich bald vergrößert und die Andeutung der Magenhöhle darstellt. Bald springt die äußere Schale und der Keim bleibt nur von dem inneren Häutchen begrenzt. Jetzt erst entsteht die erste Spur der Theilung der Wandung in zwei Schichten: Ento- und Ektoderma. Der Embryo streckt sich danach aus und seine

---

[1] N. KLEINENBERG, Hydra, eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872.

[2] KERSCHNER, Zoolog. Anzeiger. 6. Sept. 1880. Nr. 64. p. 454.

Wandung wird an einem Pole sehr dünn; hier tritt ein Riss auf — so entsteht der Mund. Jetzt erst zerfällt, nach **Kleinenberg**, die helle äußere Schicht in einzelne Zellen; gleichzeitig kommen die Tentakeln als hohle Fortsätze zum Vorschein und der Embryo wird bald frei.

Die Beschreibung der Entwicklung der Hydra viridis von **Kerschner** unterscheidet sich wesentlich von der eben erwähnten. Nach der Furchung lässt **Kerschner** eine Blastula sich bilden, während es nach ihm eine Morula nicht giebt. In die Furchungshöhle hinein findet von dem dem Mutterthiere zugewandten Pole aus eine Einwanderung von Zellen statt, welche das Entoderm bilden. Das Ektoderm verschwindet bei der Bildung der Chitinhülle nicht, sondern bleibt erhalten. Das durch Einwanderung gebildete Entoderm gewinnt durch die Entwicklung protoplasmatischer Verbindungsstränge und die zwischen diesen vorhandenen Lücken ein zeitweise sich änderndes bindesubstanzähnliches Aussehen.

Meine eigenen Untersuchungen beschäftigen sich hauptsächlich mit der Entwicklung der Hydra aurantiaca, obschon ich auch von derjenigen der Hydra fusca mehrere Stadien gesehen habe. Als Zeichen der Reife des Eies sind zwei Richtungsbläschen anzusehen, in denen sich oft ein oder zwei Dotterkugeln befinden. Diese Bläschen erscheinen nicht als Derivate der Theilung eines Bläschens in zwei, sondern als selbständige Bildungen in verschiedenen Punkten der Oberfläche. Im Anfange dehnt sich das Ei aus, um aber bald die frühere Form einer Kugel wieder zu gewinnen. Kurz nachher theilt sich das Keimbläschen, eine Erscheinung, die **Kleinenberg** ganz übersehen hat, ich selbst wegen der Undurchsichtigkeit des Eies nur oberflächlich beobachtet habe. An dem vom Körper der Hydra abgewandten Pole des Eies erscheint eine flache Vertiefung, deren Ränder zahlreiche Pseudopodien bilden. Je mehr diese Furche dann in die Tiefe vordringt, um so schmaler wird sie, und bildet so einen Spalt, der am Grunde als ein quer durchbohrender enger Kanal aussieht. Schließlich theilt sich das Ei in zwei Kugeln, welche ganz selbständig sind und sich nur berühren. Bald aber legen sich die zwei Kugeln ihrer Länge nach inniger an einander und dann erfolgt eine Theilung der zwei Kerne; darauf kommt ein quer verlaufender Spalt zum Vorschein, der eine Trennung des Eies in vier Kugeln hervorruft. Die dritte Theilungsebene ist eine äquatoriale; mit dieser bekommen wir acht Kugeln, die aber bald so zusammenrücken, dass der Keim wieder kugelig wird. Die vierte und fünfte Theilungsebene sind so situirt, dass sie zwei in gleichen Abständen vom Äquator verlaufende Furchen darstellen; damit bekommt man einen Keim, der aus 16 Zellen besteht. Jetzt ist die erste Spur einer inneren Höhle zu bemerken, die entsteht, weil die inneren Enden der

Keimzellen sich nicht ganz kompakt berühren, sondern einen kleinen Raum frei lassen, den Kleinenberg übersehen, Kerschner aber erwähnt hat. Bis jetzt hat sich die Theilung des Eies ganz regelmäßig vollzogen, weiter aber ist eine Ungleichmäßigkeit zu beobachten. Am stärksten ist diese bei der Hydra fusca ausgeprägt (Fig. 1) und besonders an den Zellen, welche mit dem Mutterkörper in der innigsten Verbindung bleiben (*Gz*)[1]. Während die Zellen, welche das Gewölbe der Blastula bilden, durch raschere Theilung verhältnismäßig klein werden, bleiben jene großen Grundzellen ungetheilt, oder besser gesagt, verspäten sich in der Theilung, dann aber werden sie am thätigsten für die Ausbildung des Embryo; sie theilen sich in einer Quer- und Längsrichtung und bilden eine zweite, hypoblastische Generation von Zellen, welche die primitive Bär'sche Höhle (Fig. 1 *Bh*) einnehmen (Fig. 2). In dieser zweiten Zellengeneration sind auch große Elemente zu beobachten (*Gz*), die man für ein Derivat der Grundzellen der Blastula halten muss; diese theilen sich lebhaft und führen damit eine vollständige Füllung des vorher bestehenden Hohlraumes herbei. Auf diese Art bekommen wir ein Stadium, das scheinbar einer Morula analog ist, aber nach der richtigen Bemerkung von Kerschner keine wahre Morula bildet, denn es ist eine sekundäre Form, die nicht vor, sondern nach der Bildung der Bär'schen Höhle erscheint. — Die oberen, das Gewölbe bildenden Zellen des Keimes spielen keine Rolle bei der Erzeugung des Hypoblastes und bestehen ohne irgend welche Änderung fort. Das beschriebene Stadium ist eine wahre Zwischenform von einer Planula zu einer Gastrula: die Rolle der Bildung der Hypoblastzellen ist hier von den Grundzellen übernommen, ohne dass diese eine Invaginationstasche bilden. Es bleibt nur noch hinzuzufügen, dass in der Blastula die Zellkerne aus stark lichtbrechenden Körnchen zusammengesetzt sind, von welchen eine Anzahl radiärer Streifen nach außen hin abgeht. Das zweite Stadium hat schon ganz kompakte Kerne, in denen die Färbung keine Kernkörperchen auszeichnet. Der Kern selbst ist von einer Quantität ganz hellen und durchsichtigen Plasmas umhüllt, die Hauptmasse jedes Segmentes aber besteht aus Dotterkugeln[2] sehr verschiedener Größe.

Nachdem die innere Höhle des Embryo vollständig ausgefüllt ist, bekommen die früheren Eisegmente das Aussehen von echten Zellen (Fig. 3); diese theilen sich am lebhaftesten in der äußeren Epiblastschicht.

---

[1] Weiter unten wird gezeigt werden, wie lange diese Verbindung mit dem Mutterorganismus besteht.

[2] In meiner früheren Arbeit (Nachr. f. Liebhab. der Natur. Moskau 1880. T. XXVII) habe ich gezeigt, dass diese Dotterkugeln als metamorphosirte Kerne der Zellenmasse, die zur Bildung des Eies dient, anzusehen sind.

Jetzt ist ein Unterschied zwischen der Hydra aurantiaca und Hydra fusca zu erwähnen. Bei der letzten Species sehen wir das Ei ganz dem Mutterkörper angewachsen und es ist nicht das Ei, sondern der freischwimmende Embryo, der nach dem Platzen der Eischale die Hydramutter verlässt. 'Bei der Hydra aurantiaca gestaltet sich das Verhältnis in folgender Weise: Die Ektodermzellen der Mutter, die dem Eie anliegen, bekommen nach und nach eine drüsenartige Beschaffenheit und betheiligen sich an der Bildung eines Postamentes oder napfförmigen Organes, welches eine Art mucöser Substanz liefert, die zur Anklebung des Eies und Bildung einer besonderen Schicht um dasselbe dient (Fig. 3 *Ss* und *n.O*). Bei der Hydra aurantiaca kommt weiter eine Bildung vor, welche eine Anklebung des Eies nicht an den Mutterkörper, sondern an verschiedene Gewächse oder an die Scheiben des Aquariums verursacht. Diese Bildung geht bei der Hydra aurantiaca von dem Embryo selbst aus; am besten erklären uns diesen Process die Fig. 4 und 5. An der ersten von diesen Figuren sehen wir eine Trennung des Epi- und Hypoblast. Die größte Veränderung ist hier am Epiblast zu bemerken: die Oberfläche desselben ist nicht mehr glatt, wie früher, sondern bekommt ein höckeriges Aussehen; gleichzeitig bildet jede von deren Zellen einen pseudopodienähnlichen, lappenartigen Fortsatz. Der äußere Rand der Epiblastzellen mitsammt den Fortsätzen bekommt einen gelblichen, glänzenden Saum — die Andeutung einer chitinösen Eischale (Fig. 6). Jede Epiblastzelle stellt dann einen cylinderartigen Körper vor, in dessen Grunde verschiedene Dotterkugeln zu bemerken sind; weiter nach außen findet sich der Kern; der erwähnte Fortsatz ist hell und wird aus einem klaren Plasma gebildet, während das Plasma der Zelle selbst trüb und körnig ist. Zu dieser Zeit fällt das Ei vom Mutterkörper ab und klebt sich an verschiedene Gegenstände an, indem ein Theil der Epiblastzellen eine Umwandlung erfährt. Von den Zellen, welche als ununterbrochene Schicht den Embryo umgeben und Fortsätze besitzen, bekommt ein Theil ein trübes und grobkörniges Aussehen durch eine drüsenartige Veränderung, welche sie erleiden. Dabei ändert sich auch die Form dieser Zellen, indem sie sich verlängern; und so bilden dieselben dann eine Scheibe, welche durch Vermehrung der Zellen nach und nach an Größe zunimmt, dabei über einen Theil der Oberfläche des Keimes sich ausbreitet (Fig. 4 *dz*). Diese Scheibe ist es, mit welcher der Keim nach dem Abfallen vom Mutterkörper sich anheftet.

Die drüsigen Zellen der Scheibe betheiligen sich an der Ausscheidung einer klebrigen mucösen Substanz; ist diese gebildet, so sind die Zellen verkleinert und von den gewöhnlichen Zellen nicht mehr verschieden. Die Ausscheidung der klebrigen Substanz erfolgt allmählich und so, dass diese aus Schichten zusammengesetzt erscheint. Sie liegt unterhalb der chitinösen Eischale und trennt diese von den Zellen (Fig. 5 *Ss*).

In diesem Stadium wird das Ei bemerklich kleiner und es beginnt eine Metamorphose oder Histolyse des Hypoblastes. Die Zellen des Hypoblastes verlieren ihre scharfe Abgrenzung gegen einander; ihr Plasma hat sich indessen um die Kerne koncentrirt und die Dotterkugeln gleichsam ausgestoßen, so dass diese ganz gesondert von den Zellen, gleichsam nach außen von ihnen in den Zwischenräumen zwischen ihnen liegen (Fig. 5). Die Abgrenzung des Epi- und Hypoblastes tritt nicht mehr so klar als früher hervor.

Nach Kleinenberg geschieht die ganze Geschichte der Bildung der Eischale bei H. aurantiaca so: Dicht unter der freien Oberfläche der Zellen entsteht ein mit Flüssigkeit erfüllter Raum von linsenförmiger Gestalt; seine äußere Wand besteht aus einem äußerst zarten Häutchen, das von der Substanz der Zelle abgehoben ist und dieser wie ein stark gewölbtes Uhrgläschen aufsitzt, sein Boden wird von einer flachen Impression des Zellkörpers gebildet. Die Vacuolen verlieren bald ihre Wölbung, die Scheidewände aber verbleiben und bilden in dieser Weise die von uns beschriebenen Plasmafortsätze oder Stachel, von denen die Schale umgeben ist. Unstreitbar, dass Kleinenberg die Zwischenräume der Fortsätze als Vacuolen, die Stacheln oder Fortsätze als Zwischenwände der Zellen beschrieben hat. Nach seiner Beschreibung verwandelt sich die ganze äußere Zellenlage des Keimes in ein hartes, starres Gebilde — die Eischale des Embryo; bei der Hydra viridis kommt eine volle Verwandlung der Zellen in eine Schale auch vor. Nach Kerschner wandelt sich das Ektoderm nicht in die Chitinhülle um, sondern bleibt erhalten.

Die weitere Beschreibung wird unseren eigenen Standpunkt über diesen Gegenstand völlig erklären. Nach der Abscheidung der äußeren Stachelschale zieht sich der Embryo zusammen und sondert bald eine zweite äußerst dünne Membran aus (Fig. 7 *Dm*); nach Kleinenberg kommt diese Membran durch Erhärtung einer Flüssigkeit, welche von dem Keim zwischen seiner Oberfläche und der inneren Wand der Eischale abgesondert wird, zu Stande[1].

---

[1] v. Siebold (Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1848. p. 51) beschreibt das Ei der Hydra vulgaris als von einer zarten Spinnwebehaut umhüllt, die von dem napfförmigen Organ ausgeht. Bevor sich ein solches Ei von seinem Mutterboden trennt, nimmt die Hülle, welche den Dotter zunächst umgiebt, eine derbe Beschaffenheit an und wird zugleich von einer gallertigen Masse überzogen, dann wachsen bei H. vulgaris aus ihr rund herum stumpfe Fortsätze hervor, welche sich verlängern,

Die Epiblastzellen sind nach der Absonderung der Eischale und Dottermembran einer regressiven Veränderung unterworfen: sie erhalten bald eine grobkörnige Beschaffenheit, ihre Kerne werden stark lichtbrechend, ziehen sich in die Länge aus und werden krumm (Fig. 7 *pr.E*). In dem Grade als die Dottermembran sich verdickt und lichtbrechend wird, werden die primitiven Epiblastzellen kleiner und kleiner — erleiden also eine Degeneration und in der Fig. 8 ist schon fast keine Spur von ihnen zu sehen.

Die Kerne der Hypoblastzellen (Fig. 7 *Hz*) theilen sich gleichzeitig; dieser Process ist am lebhaftesten an der Peripherie des Eies zu bemerken am Grunde der Epiblastzellen. Bald nehmen diese Zellen den Platz der primitiven Epiblastzellen ein, wie wir es an der Fig. 8 sehen, und bilden das sekundäre Epiblast oder das definitive Ektoderm der Hydra. An dieser Figur ist zu bemerken, dass die wirklichen Ektodermzellen schon ganz entwickelt sind und bestimmte Grenzen bekommen haben. Das folgende Stadium hat nicht die kleinste Spur der primitiven Epiblastzellen mehr. Die dargelegten Thatsachen beweisen den Satz: Das primäre Epiblast wird zur Bildung der Eischale, der Dottermembran und auch der mucösen Schicht vollständig verbraucht und nimmt keinen Theil an der Ausbildung des sekundären Epiblastes.

Nach der Veränderung der peripherischen Zellen des Hypoblastes ist dieselbe Erscheinung bei den centralen Zellen zu bemerken (Fig. 9 und 10); diese fangen an sich zu theilen und wandern, wie es bei den Insekteneiern so häufig der Fall ist, nach der Peripherie des Eies[1]. Die Theilung der Zellen geht immer fort und bildet eine Schicht kleiner Zellen des interstitiellen Gewebes (*In G*) am Boden des Ektoderms. Danach platzt die Eischale, und der Keim, noch von der Dottermembran umgeben, wird frei. Ein Querschnitt dieses Stadiums (Fig. 11) zeigt uns die Anwesenheit der Membrana propria und die Ausbildung der Magenhöhle. Die Zellen des Entoderms sind schon ganz entwickelt und

---

an ihrer Spitze ein- oder mehrmal spalten und so eine zackige Form bekommen. Diese Beschreibung ist nach KLEINENBERG ganz unklar; mir scheint es möglich diese Thatsachen mit meinen eigenen Beobachtungen in Einklang zu bringen. Die Spinnwebehaut ist wahrscheinlich die ausgedehnte zellige Hülle, die dem Mutterorganismus angehört und das reife Ei vor der Befruchtung bedeckt; die gallertige Masse ist bei Hydra fusca von dem drüsigen Postament abgeschieden (Fig. 3) und bedeckt das Ei, wie es schon erwähnt ist, sogar in spätesten Stadien.

[1] Ein Freiwerden der Zellen aus den Dotterballen ist von TICHOMIROFF bei der Entwicklung des Bombyx mori beobachtet; auch ich habe es gesehen bei Bryozoen in der Entwicklung des Statoblastes.

abgegrenzt. Die Magenhöhle bleibt noch einige Zeit mit einer breiartigen Masse erfüllt, welche Dotterkugeln enthält.

Bei der Hydra fusca erfolgt die Entwicklung der Eischale etwas anders. Wir haben schon gesehen, dass die mucöse Schicht hier von der Mutter selbst ausgebildet wird. Bald kommt eine ganz glatte Eischale zum Vorschein (Fig. 12 *Esch*), und gleichzeitig schrumpfen die Epiblastkerne zusammen. Nach kurzer Zeit sehen wir, dass wie die Epiblast– so auch die Hypoblastzellen eine gemeinschaftliche Masse bilden (Fig. 13); die Kerne der Zellen werden hell, um nachher zu verschwinden, ohne eine Degeneration der Zellkörper selbst hervorzurufen. Zu dieser Zeit wird eine Dottermembran abgesondert (*Dm*). Nach dem Freiwerden der primären Hypoblastzellen kommt an diesen eine Theilung vor und die neugebildeten Zellen wandern zu der Peripherie und bilden das definitive Epiblast aus (Fig. 14). Was also die Hydra fusca anbetrifft, so ist festzustellen, dass der Zellkörper der Epiblastelemente nicht ganz mit der Ausscheidung der Eischale erschöpft ist, sondern sich nach einer Umwandlung auch an der plastischen Entwicklung des Keimes betheiligt.

Der Embryo streckt sich nach dem Auftreten einer inneren Höhle aus, verlängert sich bemerklich und macht die Dottermembran platzen. Nach kurzer Zeit bekommt der Embryo an einem Pole einen Mund, der als ein Riss an einer dünnwandigen Stelle entsteht. Gleich nach der Bildung des Mundes kommen die Tentakeln als hohle Fortsätze zum Vorschein, wie es Mereschkowsky beschrieben hat: zuerst werden zwei und dann die übrigen paarweise nach einander gebildet.

Es ist wohl bekannt, welch große Bedeutung Kleinenberg dem Schwunde der äußeren Epiblastschicht des Embryo beilegt: wenn das Epiblast abgeworfen ist, so soll die Nervenschicht zum Vorschein kommen; desswegen ist das gewöhnliche Ektoderm der Hydra eine ununterbrochene Schicht von Nervenzellen. Diese Theorie ward schon von Mehreren besprochen und größtentheils als unrichtig angesehen. Meine Beobachtungen scheinen im ersten Augenblick eine Unterstützung dieser Theorie zu geben. Wir finden wirklich bei der Hydra aurantiaca den völligen Schwund des primären Epiblastes; bei der Hydra fusca nehmen im Gegentheil die Zellen, welche die Eischale ausbilden, auch an der Bildung des definitiven Ektoderms Theil. Um logisch zu sein, müssten wir also annehmen, dass bei einer Art das Ektoderm aus Nervenzellen gebildet ist, bei einer anderen aus Epithelzellen besteht. Nach meiner eigenen Ansicht können wir die Metamorphose der Hydra (seine Histolyse) als ein direktes Resultat der äußeren Einflüsse ansehen, die ganz sui generis sind und uns keinen Grund zu etwaigen Homologien geben. Bei den niederen Thieren, den Coelenteraten hauptsächlich, können wir das Princip der Bildung des Organismus aus bestimmten embryologischen Schichten nicht bis ins Letzte durchführen; die Rolle der Schichten ist hier gar nicht so specifisch wie bei den höheren Formen. Ein Beispiel dafür bietet die Bildung des Nervensystemes: als Ausgangspunkt der Bildung desselben ist gewiss das Ektoderm anzusehen; bei den Mollusken aber ist sein Ursprung aus dem Mesoderm fast allgemein bewiesen. Weiter haben die Untersuchungen der Gebr. Hertwig gezeigt, dass bei den Coelenteraten (Actinien) das Entoderm ganz selbständige Nervenelemente besitzt, die höchst wahrscheinlich einen entodermatischen Ursprung haben. Ohne mich weiter in diesem Gebiete zu vertiefen, möchte ich behaupten, dass wir in der Entwicklung niederer Organismen von dem als Regel anzusehenden Verhalten wohl Ausnahmen und Veränderungen finden, die wahrscheinlich als Resultate der Anpassung anzusehen sind. Gewiss ist es unbestreitbar, dass die Anpassungsfähigkeit bei den niederen Organismen viel bedeutender ist als bei den höheren, und desswegen können äußere Einflüsse den Organismus selbst und seine Entwicklungsgeschichte ganz umgestalten. Nur von diesem Standpunkte aus kann die Entwicklung der Hydra verstanden werden. Ich sehe die Pseudomorula der Hydra als einen Haufen von embryonalen Zellen an, die keine sehr bestimmte Rolle in der plastischen Ausbildung des Organismus zu spielen haben. Und wenn sich die äußere Schicht der Morula verändert und anstatt Theil an der Ausbildung des Organismus zu nehmen, eine Schale, einen Pelz für den Embryo schafft, so ist auch das wohl als ein Anpassungsvorgang zu deuten.

Moskau, im September 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV.

Fig. 1. Blastula der Hydra aurantiaca. *Gz*, Grundzellen; *B.h*, Bär'sche Höhle.

Fig. 2. Entwicklung der Hypoblastzellen. *Gz*, Grundzellen; *B.h*, Bär'sche Höhle.

Fig. 3. Ein Stadium in der Entwicklung der H. fusca, das eine Morula simulirt.

Fig. 4. H. aurantiaca. *pr.E*, primäres Epiblast; *H*, Hypoblast; *dz*, Drüsenzellen.

Fig. 5. H. aurantiaca. Histolyse der Hypoblastzellen. *Ss*, Schleimschicht; *pfl*, Elemente des Blattes, an welchem das Ei sich angeklebt hat.

Fig. 6. H. aurantiaca. Bildung konstanter Pseudopodienstacheln der Eischale.

Fig. 7. H. aurantiaca. Verschwinden der Zellen des primären Epiblastes. *Dm*, Dottermembran; *Esch*, Eischale.

Fig. 8. H. aurantiaca. Fast volles Verschwinden der Epiblastzellen; *pr.E*, primäres Epiblast; *Ss*, Schleimschicht; *Dm*, Dottermembran; *Esch*, Eischale.

Fig. 9. H. aurantiaca. Das primäre Epiblast ist ganz verschwunden, an seiner Stelle finden wir das sekundäre (*s.Ep*). *In.G*, Elemente des interstitiellen Gewebes; *Dm*, Dottermembran; *Esch*, Eischale; *Ss*, Schleimschicht.

Fig. 10. H. aurantiaca. *s.H*, sekundäres Hypoblast; *In.G*, interstitielles Gewebe; *Ss*, Schleimschicht; *s.Ep*, sekundäres Epiblast.

Fig. 11. H. aurantiaca. Ganz entwickelt.

Fig. 12. H. fusca. Die Kerne der Epiblastzellen zusammengeschrumpft; *Ss*, Schleimschicht; *Esch*, Eischale.

Fig. 13. H. fusca; zur Zeit der Histolyse, die Kerne der Epiblastzellen fast degenerirt; *Dm*, Dottermembran; *Esch*, Eischale.

Fig. 14. H. fusca. *Dm*, Dottermembran; *Esch*, Eischale; *w.Z*, wandernde Zellen.

Die Larvenentwicklung von Phoxichilidium Plumulariae nov. sp.

Von

Dr. **R. v. Lendenfeld** in Melbourne.

Mit 3 Holzschnitten.

An einer in Port Philip sehr häufigen, kleinen Plumularia finden sich in den Monaten September und Oktober öfters Pantopodenlarven, deren Lebensweise und die durch dieselbe bedingte Umgestaltung des Körpers nicht uninteressant erscheint.

Durch die prachtvolle Monographie Dohrn's ist es späteren Forschern möglich gemacht worden, auf fester und sicherer Basis bauend, die Kenntnis der Pantopoden im Detail zu erweitern.

Phoxichilidium Plumulariae, welche ich nach dem Nährthiere der Larven so genannt habe, findet sich an Algen und Hydroiden in geringen Tiefen recht häufig in Port Philip, und es gelingt leicht, eine größere Zahl verschiedener Stadien zu erlangen.

Das ausgewachsene Thier ähnelt der Dohrn'schen [1] Art P. longicolle. Leib und Extremitäten III—VII bieten keine erheblichen Eigenthümlichkeiten dar, so dass ich diese Theile nicht näher beschreiben werde. Der Schnabel und die Extremität I jedoch (Fig. 3) differiren von den entsprechenden Theilen der neapolitanischen Arten. Das Auge ist auffallend groß und besteht, wie bei Phoxichilidium robustum z. B., aus vier getrennten Augenbechern. Der Schnabel ist abgerundet und hat, von oben gesehen, einen parabolischen Kontur. Die Details so wie der Reusenapparat stimmen mit P. longicolle überein.

Die Extremität I erscheint desshalb besonders auffallend, weil die Schere an ihrem Ende nicht vertikal, wie bei anderen Phoxichilidiumarten, herabhängt, sondern wie bei Pallene horizontal liegt. Die Gelenkachse zwischen dem ersten und zweiten Gliede der Extremität I steht nämlich annähernd vertikal.

---

[1] A. Dohrn, Die Pantopoden. Fauna etc. von Neapel. p. 177—180. Taf. XIII.

Das erste Glied ist durch seine Größe ausgezeichnet, eben so das dritte Glied, die Schere, während das zweite Glied unverhältnismäßig klein bleibt. Mit Ausnahme einiger Dornen ist die als Kneipzange mit übergreifenden Spitzen fungirende Schere glatt. Der kleinere innere Arm ist starr, eine Fortsetzung des zweiten Gliedes, während der äußere bewegliche Arm durch zwei Muskeln, einen Tensor und einen Flexor, bewegt werden kann.

Die Männchen tragen die Eier an den Beinen, wo sie durch das Sekret von Kittdrüsen der gewöhnlichen Art festgehalten werden. Hier durchlaufen die Larven auch die ersten Stadien der Entwicklung. Erst nachdem sie ziemlich gut ausgebildet sind, werden sie an Plumulariastöckchen abgesetzt. Die erste Extremität ist um diese Zeit unverhältnismäßig groß und trägt mächtige Scheren. Um diese Zeit wird der Körper an Volumen weit von den Extremitäten übertroffen, die auch bereits große Aussackungen des Darmes enthalten. Der Magen gewinnt auf diese Weise eine ausgesprochen hufeisenförmige Gestalt. Der Schnabel ist eben in Bildung begriffen und zeigt noch nicht die Reusenvorrichtung, auch lässt sich noch kein Auge nachweisen.

Die Extremität I bildet mit dem Körper einen nahezu rechten Winkel, indem sie nicht, wie beim ausgewachsenen Thiere, nach vorn, sondern nach abwärts gerichtet ist. Die Scheren umklammern einen Zweig der Plumularia und scheinen mit demselben fest verbunden, so dass es nicht gelingt, die Larven von dem Hydroiden zu entfernen.

Da man solches Stadium nur selten findet, so ist es wahrscheinlich, dass dasselbe rasch durchlaufen wird. Viel länger, mehrere Häutungen hindurch, bleibt die Larve auf dem in Fig. 1 abgebildeten Stadium stehen. Obwohl solche Larven rasch an Größe zunehmen, ändern sie ihre Gestalt, wie erwähnt, doch nur langsam und bleiben wochenlang sechsbeinig.

Die Extremität I bleibt unverändert, während das zweite und dritte Beinpaar gleichzeitig hervorsprossen. Letztere nehmen jedoch keinen Darmdivertikel auf, sondern bleiben solid. Diese Beine sind dreigliedrig und ähneln den entsprechenden Extremitäten gleich alter Larven anderer Pantopoden. Von dem hinteren Rande des Endes des zweiten Gliedes geht ein Dorn ab, die Spitze des dritten Gliedes ist schwach hakenförmig gekrümmt. Der noch immer hufeisenförmige Magen (Fig. 1 *M*) zeigt am hinteren Rande zwei Einkerbungen, und es lässt sich jetzt auch schon der weite Centraltheil von den Divertikeln des ersten Extremitätenpaares unterscheiden. Der Reusenapparat ist bereits angedeutet und auch das Auge als kleiner viereckiger Pigmentfleck schon sichtbar.

Während sich die zweibeinigen Larven an verschiedenen Stellen der Plumulariastöckchen finden, sind die sechsbeinigen Larven ausschließlich an den Polypen zu treffen. Sie umklammern mit ihren weit ausgebauchten Scheren (Fig. 2) den Hydroiden an der Ursprungsstelle eines Polypen und senken ihren Schnabel in die Körperwand des Polypen ein (Fig. 1). Der Polyp selber verliert nach einiger Zeit seine Tentakeln und gleicht dann einer Knospe, in welche durch ein rundes Loch am terminalen Ende der Schnabel der Phoxichilidiumlarve hineinragt. In dieser Stellung bleibt die Larve längere Zeit. Sie vollzieht hier mehrere Häutungen und verlässt erst als nahezu ausgewachsenes Thier ihren Wirth. Dass sich die Larve hierbei von dem Inhalte des Gastrovascularraumes der Plumularia ernährt, ist wohl unzweifelhaft.

Mit vorrückendem Alter nehmen die Scheren allmählich die definitive Form an, wobei sie rückgebildet werden.

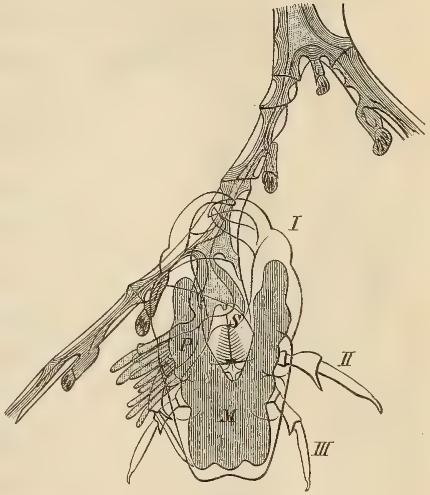


Fig. 1. Larve von Phoxichilidium Plumulariae mit drei Extremitätenpaaren an einer Plumularia hängend. 38 : 1.

I, erste
II, zweite } Extremität;
III, dritte
M, Magen;
S, Schnabel;
P, Polyp.

Im feineren Bau weicht die Schere der Larve erheblich von der Schere des ausgewachsenen Thieres ab. Sie ist zugleich Sinnes- und Haftorgan der Larve.

Das erste Glied ist eben so dick als lang und annähernd kuglig, auf der Innen- und Außenseite konvex. Das zweite Glied setzt sich in den inneren Scherenarm fort; von dem kugligen Basaltheile erhebt sich der sichelartige Endtheil. Der äußere, etwas weniger gekrümmte Arm ist an einer Vorwulstung des Basaltheiles des zweiten Gliedes eingelenkt. Das Gelenk wird durch zwei kräftige Stützleisten gefestigt, welche von der Gelenkpfanne herabziehen. Sie verhindern ein Knicken der Chitinwand des zweiten Gliedes während der Flexorkontraktion. Die Muskeln bestehen aus einem Paare von Antagonisten für jedes bewegliche Glied.

Während die Oberfläche der Scheren des ausgewachsenen Thieres vollkommen glatt ist, erscheinen die Scherenarme der dreibeinigen

Larven auf der konkaven Seite gesägt. Es finden sich nämlich an der distalen Hälfte quer über die konkave Seite ziehende Furchen, deren proximale Flächen flach, deren distale jedoch überhängend erscheinen. Gegen die Seiten der Scherenarme flachen sich diese Furchen aus. Sie nehmen an Tiefe gegen das distale Ende hin zu. Von den vorragenden Kanten, welche diese Furchen trennen, entspringt je eine Reihe feinster Härchen, welche in der Mitte der Kante, also an der konkaven Seite des Armes, am längsten sind und die zugleich mit der Tiefe der Furchen gegen die Seiten hin an Länge abnehmen (Fig. 2 *H*).

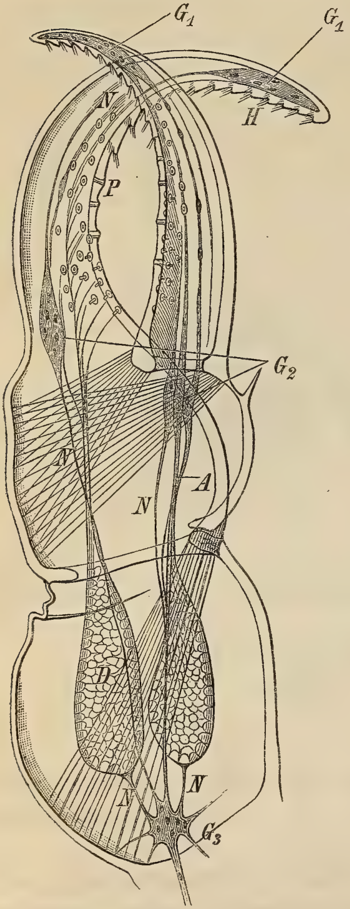


Fig. 2. Schere derselben Larve. 187 : 1.
G_1, Ganglion in der Spitze der Scherenarme,
G_2, Ganglion an der Basis der Scherenarme,
G_3, Ganglion an der Ursprungsstelle von Extremität I;
H, Sinnes- und Hafthaare;
N, Nerven;
P, Poren der Chitinwand;
A, Ausführungsgang der Drüse;
D, Drüse.

In einzelnen Fällen gelingt es einen feinen Faden zu erkennen, welcher die dicke Chitinwand der Schere durchbohrt und zu einem der Härchen führt. Das Ende der Schere ist innen von einem kleinen Ganglion ausgefüllt, von welchem diese Fädchen entspringen. In dem Ganglion lassen sich nach Anwendung von Tinktionsmitteln Kerne nachweisen, die wohl zu Ganglienzellen gehören, deren Isolirung aber der großen technischen Schwierigkeit wegen, welche uns hierbei entgegentritt, nicht gelingt. Von dem Ganglion geht eine Nervenfaser, welche hier und da kernhaltige Anschwellungen aufweist, in centripetaler Richtung ab und endet in einem kleinen Ganglion, welches an der Basis des Scherenarmes liegt (Fig. 2 G_2).

Wenngleich es kaum zulässig erscheint, allen Härchen eine Tastfunktion zuzuschreiben, und es im Gegentheile höchst wahrscheinlich ist, dass der größere Theil dieser Haare auf ähnliche Weise als Haftbürste wirkt, wie entsprechende

Bildungen an den Tarsen vieler anderer Arthropoden, so ist es doch eben so wahrscheinlich, dass ein Theil jener Haare, die durch feine Fädchen mit dem Ganglion in Verbindung stehen, als Tastborsten anzusehen sind.

An dem mittleren und basalen Theile der konkaven Seite der Scherenarme finden sich zahlreiche, annähernd in Längsreihen geordnete Poren (Fig. 2 *P*), welche die Chitinwand durchsetzen und den Mündungen der Kittdrüsen gleichen, welche Dohrn[1] von Phoxichilus vulgaris beschreibt und abbildet. Sie erheben sich viel weiter über die Oberfläche als die Mündungen der Hautdrüsen von Phoxichilidium exiguum[2].

Diese Poren stehen nun nicht mit je einer Drüsenzellengruppe im Zusammenhang, wie dies für die Hautdrüsen der Pantopoden die Regel ist, sondern es tritt der außerordentliche Fall ein, dass von jeder Pore ein feiner Kanal bis zu einem starken Hauptgang zu verfolgen ist, an dessen centripetalem Ende erst die Drüse liegt. Wir finden nämlich in dem kuglig ausgebauchten zweiten Gliede zwei große Drüsen von sackförmiger oder gestreckt birnförmiger Gestalt. Diese Drüsen ähneln im feineren Bau in so fern den Stacheldrüsen, welche Dohrn[3] von verschiedenen Pantopodenlarven beschreibt, als sie aus Zellen zusammengesetzt sind, die wenig Plasma und große Sekrettropfen enthalten. Die ganze Drüse ist solid und scheint die Sekretbildung auf die Weise vor sich zu gehen, dass das Plasma allmählich ganz in Sekret verwandelt wird und dieses hierauf sich durch den Ausführungsgang der Drüse entleert. An dem Ende der Drüse, welches in den Ausführungsgang übergeht, findet man in jeder Zelle je einen sie fast ganz erfüllenden Sekrettropfen, während in anderen weiter ab liegenden Drüsenzellen mehrere kleine Sekrettröpfchen nachweisbar sind. Der von der Drüse abgehende Gang läuft ungetheilt bis in die Nähe der Basis des Scherenarmes. Dort beginnen dann die Zweige abzugehen, welche die Chitinporen versorgen. Zweifellos ist es das Sekret dieser Drüsen, welches die Scheren der Larve an die Hydroiden kittet.

Centripetal von den beiden Drüsen liegt ein größeres sternförmiges Ganglion, von welchem in centripetaler Richtung ein starker Nerv abgeht. Von diesem Ganglion gehen zwei Nerven zu den beiden Drüsen und zwei weitere Nerven ab, welche die oben beschriebenen Ganglien an den Ursprungsstellen der Scherenarme mit dem sternförmigen Ganglion verbinden.

[1] l. c. Taf. XI, Fig. 2.

[2] l. c. Taf. XII, Fig. 24.

[3] l. c. p. 70.

Mit zunehmendem Alter schwinden die Haare und zugleich mit ihnen die Ganglien und Nerven, so dass am ausgewachsenen Thiere nichts davon wahrzunehmen ist. Die Drüsen jedoch bleiben zuweilen als »rudimentäre Organe« in rückgebildeter Form erhalten. Ich habe diesen, zwar seltenen, mir aber doch schon einige Male vorgekommenen Fall in Fig. 3 *D* dargestellt. Aus den beiden Drüsen ist ein zweilappiges Organ geworden.

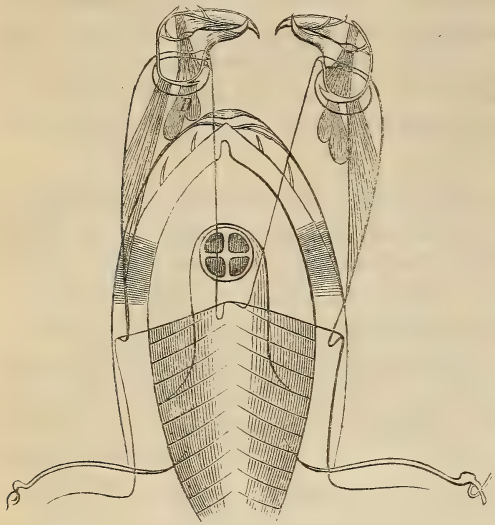


Fig. 3. Vorderende eines eiertragenden erwachsenen Männchens. 105 : 1.
D, rudimentärer Rest der Drüsen.

Seit Gegenbaur[1] den Parasitismus der Phoxichilidiumlarven entdeckte, haben zahlreiche Forscher zur Klärung dieses Verhältnisses beigetragen. Am wichtigsten sind die Arbeiten von Semper[2] und Dohrn[3]. Alle von diesen Forschern beobachteten Phoxichilidiumlarven leben in dem Gastrovascularraume von Hydroiden und sind diesem Parasitismus dadurch angepasst, dass die animalen Organe hinter den ernährenden in der Ausbildung sehr weit zurückblieben und so jede stramme Gestaltung und zum Theil sogar die Symmetrie verloren geht. Bei Phoxichilidium longicolle sind die Endglieder der beiden hinteren Extremitäten der Larve zu langen Ranken geworden, welche wohl dazu beitragen dürften, das parasitische Thier zu fixiren. Ob alle bekannten Phoxichilidiumarten in der Jugend eine parasitische Lebensweise führen, oder ob sich einige auf gewöhnliche Weise entwickeln, lässt sich nicht sicher feststellen. Jedenfalls ist der Fall von Phoxichilidium Plumulariae in so fern interessant, als hier ein ähnlicher Parasitismus wie bei den anderen Arten derselben Gattung auf ganz verschiedene Art zu Stande kommt. Wenn wir Phoxichilidium

---

[1] Gegenbaur, Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung bei Medusen und Polypen. 1854.

[2] Semper, Über Pycnogoniden und ihre in Hydroiden schmarotzende Larvenformen. Arbeiten aus dem zool.-anat. Inst. Würzburg. Bd. I. p. 264.

[3] l. c.

Plumulariae mit P. exiguum vergleichen, so zeigt sich die große Differenz in den Larven, welche von der letzten Art besonders genau bekannt sind, sehr deutlich. Wir könnten leicht uns nun vorstellen, wie beide Arten von derselben nicht parasitischen Art abstammen, und wie sich die Larven so sehr divergirend entwickelt haben, während die geschlechtsreifen Thiere fast unverändert blieben: es gestalten sich Stadien um, ohne dass die Veränderung einen Einfluss auf andere, spätere Stadien des nämlichen Entwicklungscyklus ausübt.

North Brighton bei Melbourne, im Oktober 1882.

Berichtigung.

Vor Kurzem habe ich in dieser Zeitschrift (Bd. XXXVIII, p. 46) eine eigenthümliche Rhizopodenform beschrieben und mit einem neuen Namen belegt. Zu spät erfahre ich, dass ihr ein solcher nicht zukommt, weil das Thier schon vor mir von Schneider entdeckt und kurz charakterisirt worden ist (diese Zeitschrift, Bd. XXX. Suppl. p. 452). Die Schneider'sche Arbeit findet sich in den betreffenden Specialwerken nicht citirt und ist mir desshalb leider entgangen. Ich bitte also in meinem Aufsatze statt Pachymyxa hystrix lesen zu wollen: Trichosphaerium Sieboldii Schneider.

Freiburg i. B., März 1883.

Dr. **A. Gruber.**

Die Embryologie von Planaria polychroa.

Von

Dr. **Elias Metschnikoff.**

Mit Tafel XV—XVII.

Erster Theil. Bildung des Embryo und seiner Haupttheile.

Nachdem die vergleichende Physiologie gezeigt hat, dass die Turbellarien ihre Nahrung intracellulär verdauen, musste die Embryologie entscheiden, in wie fern ein solcher Verdauungsmodus als ein primitiver zu betrachten ist. Da die älteren Angaben uns über diese Frage keine Auskunft geben konnten, unternahm ich im Sommer 1877 eine embryologische Untersuchung unserer Süßwasserplanarien und vorzugsweise der häufigsten unter ihnen, der Planaria polychroa von Oscar Schmidt. Die dabei erhaltenen Resultate[1] haben mir zwar sofort gezeigt, dass die von mir gewählten Turbellarien keineswegs im Stande sind zur Entscheidung der angedeuteten Hauptfrage zu dienen; da sie aber auf andere Erscheinungen von allgemeinem Interesse hinwiesen, so hielt ich es der Mühe werth die Untersuchung weiter fortzusetzen. In den Jahren 1880 und 1881 wiederholte ich meine Beobachtungen, aber erst im verflossenen Sommer ist es mir gelungen diejenigen von ihnen, welche auf die allgemeineren Erscheinungen der Embryonalbildung sich bezogen, zu einem gewissen Abschluss zu bringen.

Die älteren Autoren, wie Dugès, v. Baer und v. Siebold wiesen nach, dass die Süßwasserplanarien ihre Eier auf Wasserpflanzen, bei einigen Arten vermittels besonderer Stiele, befestigen, ferner, dass aus einem solchen Eie mehrere junge Thiere ausschlüpfen, welche bereits fast sämmtliche Merkmale erwachsener Planarien aufweisen, dass folglich die Süßwasserplanarien ihre Entwicklung ohne Metamorphose durchlaufen. v. SIEBOLD machte außerdem noch die wichtige Entdeckung, dass die sog. Dotterzellen der Süßwasserplanarien verschiedenartige Bewegungen ausführen, eine Entdeckung, welche bekanntlich eine große Rolle in der allgemeinen Zellenlehre spielte. Über die eigentlichen Embryonalerscheinungen belehrten uns dagegen die Beobachtungen älterer Forscher gar nicht, was offenbar in den großen technischen Schwierigkeiten der anzustellenden Untersuchungen seine Erklärung findet. Erst in den sechziger Jahren ist es KNAPPERT[1] gelungen einige Thatsachen aus der Embryonalgeschichte der Planaria (Polycelis) fusca zu ermitteln. So konstatirte er, dass die Eier eine regelmäßige totale Theilung erfahren, ferner, dass der Embryo noch ziemlich früh sich in eine peripherische und centrale Schicht sondert. Eine ausführliche Entwicklungsgeschichte konnte zu der Zeit jedoch nicht gegeben werden, weil damals die nöthigen technischen Methoden noch nicht genug ausgearbeitet waren und mit den gewöhnlich gebrauchten Mitteln konnte man im besten Falle nur die allgemeinsten Erscheinungen ermitteln. Beim Herauspressen des Eikapselinhaltes erhält man meistens nur eine rahmartige dicke Flüssigkeit, in welcher die Trümmer der Embryonalorgane suspendirt bleiben. Nur äußerst selten gelingt es mehr oder weniger unbeschädigte Embryonen zu erhalten und auch diese sind sehr wenig geeignet zur Untersuchung im frischen Zustande. Fast die ganze Arbeit muss desshalb an gehärtetem Materiale gemacht werden, was natürlich in mancher Beziehung seine üblen Folgen hat. Ganze Eikapseln wurden von mir zuerst im kochenden Wasser eine oder zwei Minuten gehalten, um dann möglichst vorsichtig an einem Pole aufgeschnitten zu werden. Die Eier wurden sodann in Chromsäure gelegt und am folgenden Tage in 70%igen Alkohol übertragen; nach längerer Behandlung in stärkerem, 96gradigen Alkohol, konnte man den nunmehr aus seiner Schale befreiten Inhalt leicht färben und in bekannter Weise in dünne Schnitte zerlegen. Zur Färbung brauchte ich früher die wässerige Indigokarminlösung; da diese Farbe aber nur kurze Zeit hält (so sind meine im Jahre 1877 angefertigten Präparate bereits sämmtlich entfärbt), so habe ich sie durch Boraxkarmin ersetzt. Die jüngsten und die spätesten Embryonalstadien können zum Theil wenigstens auch ohne Schnittmethode untersucht werden; die Beschaffenheit der Eizelle und die Theilungsvorgänge derselben können am besten mit Hilfe schwacher Lösungen von Essigsäure erforscht werden; dasselbe Reagens leistet auch bei der Beobachtung erwachsener Embryonen gute Dienste.

---

[1] Ich publicirte seiner Zeit darüber eine kurze Mittheilung in russischer Sprache in den Schriften der neurussischen Gesellschaft der Naturforscher in Odessa. Bd. V, 1877. Das darüber von Dr. Mayzel gegebene Referat (in den Jahresberichten von Hofmann und Schwalbe, Bd. VII, 1879, p. 75) enthält viele Fehler und Missverständnisse, so dass ich vor dem Gebrauch desselben warnen muss.

---

[1] Bijdragen tot de Ontwikkelings-Geschiedenis der Zoetwater-Planarien. in: Natuurkundige Verhandelingen. Utrecht 1865.

Planaria polychroa gehört zu den Arten, welche kugelförmige Eier, oder richtiger Eikapseln mit einem langen Stiele auf Wasserpflanzen befestigt. Am häufigsten fand ich solche Kapseln auf Ceratophyllum, auf der unteren Fläche der Blätter von Hydrocharis morsus ranae und auf der vorderen Fläche der schmalen Blätter von Stratiotes aloides. Die Periode des Eierlegens beginnt im Frühjahr und dauert bis zum Ende Juli oder Anfang August (so wenigstens in der Provinz Kiew, wo ich meine Untersuchungen anstellte). Die Ablage erfolgt meistens am Tage und hört noch vor dem Sonnenuntergange auf. Gleich nach dem Ablegen sind die Kapseln ganz blass oder leicht gelblich; nach einigen Stunden nehmen sie eine braunröthliche Färbung an, um später dunkel schwarzbraun zu werden. Diese Farbenverschiedenheiten können zur Orientirung bei der Wahl von Stadien dienen, freilich nur in einem beschränkten Maße.

In einer frisch gelegten Kapsel findet man bekanntlich zweierlei Elemente: Eizellen, deren Zahl zwischen vier und sechs schwankt, und Dotterzellen, welche, nach Berechnung, in der Zahl von über zehntausend Stück in jeder Kapsel vorhanden sind. Die ersteren (Fig. 1 *o*) erscheinen in Form mehr oder weniger kugeliger Körper mit nicht ganz regelmäßigen Konturen; bisweilen sind sie etwas ausgezogen, so dass sie eher oval als kugelförmig aussehen. Eine wirkliche Membran lässt sich auf diesen Eizellen nicht nachweisen, obwohl man bei der Behandlung mit verdünnter Essigsäure eine hautartige peripherische Schicht an einigen Stellen der Oberfläche sich abheben sieht. Der Inhalt besteht aus einem hellen feinkörnigen Protoplasma und aus ganz blassen, rundlichen Deutoplasmakörnern; das erstere bildet eine dünne zusammenhängende Schicht an der gesammten Peripherie der Eizelle und erscheint außerdem in Form radiusartiger Linien, welche gegen den Eikern konvergiren. Die Deutoplasmakörner zeigen eine ähnliche regelmäßige Anordnung, welche übrigens nicht an jedem Ei mit derselben Deutlichkeit auftritt. In der Nähe des Eicentrums befindet sich der blasse undeutlich konturirte Eikern, welcher aus verdichtetem überall gleichförmigen Protoplasma zusammengesetzt erscheint. Von einer Differenzirung in Kernmembran, Kernsubstanz und Kernsaft, welche so scharf am Eierstocksei auftraten, findet man am frisch gelegten Ei keine Spur. Es muss angenommen werden, dass die Eizelle im beschriebenen Zustande bereits befruchtet ist. Dafür spricht unter Anderem auch der Umstand, dass ich im Inhalte der Eikapsel niemals Spermatozoiden antraf. Sog. Richtungskörper habe ich ebenfalls nicht finden können.

Die sog. Dotterzellen, welche seit Jahrzehnten durch ihre auffallenden Protoplasmabewegungen die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich zogen, sind auch weit besser bekannt als die Eizellen. Der durchaus unbestimmt konturirte Zellkörper (Fig. 1 *v*) entbehrt jeder Spur einer Membran und besteht aus sehr feinkörnigem Protoplasma, in welchem wir eine mehr oder weniger große Anzahl kugelförmiger fettglänzender Körner und meistens eine bedeutende Menge rundlicher wasserheller Vacuolen antreffen. Weit entfernt vom Centrum liegt gewöhnlich der charakteristische ovale, in selteneren Fällen nierenförmige Kern, an welchem wir eine ziemlich feste peripherische Cytoplasmaschicht, einen Nucleolus und den durchsichtigen Kernsaft mit vielen Körnchen unterscheiden. Die Dotterzellen sind bekanntlich im Stande zweierlei Protoplasmabewegungen zu vollziehen. Auf der einen Seite erfahren sie starke peristaltische Kontraktionen, welche rasch durch die ganze Länge der Zelle erfolgen; auf der anderen Seite aber schicken sie feine, oft verästelte langsam kriechende Protoplasmaausläufer aus. Die gleichzeitig an vielen Dotterzellen stattfindende Peristaltik bietet eine ganz eigenthümliche, einigermaßen an das Chromatophorenspiel der Cephalopoden erinnernde Erscheinung dar, wesshalb es nicht zu verwundern ist, dass sie die Aufmerksamkeit älterer Forscher auf sich zog. Solche Bewegungen, welche an den soeben aus der Eikapsel herauspräparirten Dotterzellen bei der Untersuchung derselben im schwach salzigem Wasser wahrzunehmen sind, dauern nur kurze Zeit, um viel konstanteren Pseudopodienbewegungen Platz zu machen. Zutreffende Bilder von in amöboider Bewegung begriffenen Dotterzellen hat in neuerer Zeit Hallez[1] von Dendrocoelum angarense gegeben.

Die ersten Stunden nach dem Eierlegen werden namentlich von auffallenden Veränderungen des Eikerns begleitet. Es sondert sich an demselben eine scharf konturirte Membran ab (Fig. 2), der Inhalt wird wasserhell und der ganze Kern nimmt eine durchaus unregelmäßige gelappte Gestalt an, wobei er oft in zwei oder mehrere Stücke zerfällt. Die strahlenartige Anordnung des Protoplasma, resp. der Deutoplasmakörner verschwindet nunmehr vollständig, um später einer anderen ähnlichen Erscheinung Platz zu machen. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung, welche noch einige Stunden andauert, wird die Kernmembran runzelig und der Kern erscheint in mehreren Punkten durchbrochen (Fig. 3). Es kommt zu gleicher Zeit an einem Ende der oval verlängerten Eizelle eine peripherisch liegende strahlenförmige Figur zum Vorschein, welche durch lange, am centralen Ende verdickte Linien gebildet wird.

---

[1] Contributions à l'histoire naturelle des Turbéllariés. Lille 1879. Pl. X, Fig. 33 bis 35.

Während nun der alte Kern in seiner Rückbildung weiter fortschreitet, wobei derselbe in einzelne *S*- oder zickzackförmige Stücke zerfällt (Fig. 4), entsteht am anderen Ende der Eizelle eine der ersten ganz gleiche sternförmige Figur, in deren Centrum nunmehr ein kleiner Punkt bemerkt werden kann.

Die beschriebenen Vorbereitungsvorgänge nehmen so viel Zeit in Anspruch, dass der Anfang der Zweitheilung des Zellkörpers erst nach 8—11 Stunden nach dem Eierlegen erfolgt. Es ist mir nicht gelungen tiefer in die Detailprocesse einzudringen, was wohl zum Theil in der Beschaffenheit des untersuchten Materials seinen Grund hat; eben so wenig konnte ich etwas über die Befruchtung unserer Planarie erfahren. Während der Bildung der ersten Theilungsfurche (Fig. 5) sieht man an den Enden der Eizelle die beiden Asterisken und in deren Nachbarschaft unregelmäßig gelappte Körper, welche mit den neugebildeten Kernen so vieler Furchungszellen die größte Ähnlichkeit haben. Oft sind diese Körper in einer und derselben Eizelle verschiedenartig geformt, wie sie auch sonst sich durch große Mannigfaltigkeit auszeichnen. Die Eizelle theilt sich in zwei gleich große Blastomeren (Fig. 6), deren Kern den früher beschriebenen Kern der Eizelle bis auf die geringere Größe wiederholt. Mit schwachen Konturen versehen lässt er sich bisweilen gar nicht vom umgebenden Protoplasma unterscheiden. Solche in Segmentation begriffene Eizellen werden gewöhnlich dicht von Dotterzellen umgeben, was nicht selten das Auffinden der ersteren ganz besonders erschwert. Während ich die Zweitheilung mehrere Male zu beobachten Gelegenheit hatte, ist es mir nur ein einziges Mal gelungen eine in vier Blastomeren getheilte Eizelle zu finden (Fig. 8). In diesem Falle lagen die Furchungszellen von einer Anzahl Dotterzellen umgeben, dicht beisammen zu zwei Paaren, wovon eines aus etwas größeren Blastomeren als das andere bestand. Im Inneren solcher Zellen konnte ich gewöhnliche bläschenförmige Kerne mit Membran, Kernsaft und Kernkörperchen unterscheiden. Sowohl an diesem, wie an dem vorherbeschriebenen Stadium konnte man sich von der Abwesenheit einer Eihülle deutlich überzeugen, worin ein Unterschied zwischen der Planaria polychroa (und auch des in Hauptzügen von mir untersuchten Dendrocoelum lacteum) und der von Knappert beobachteten Polycelis (Planaria) fusca zu notiren ist. Bei der letztgenannten Art konnte der holländische Forscher nicht nur ein in drei Blastomeren getheiltes Ei, sondern auch einen aus 32 Zellen bestehenden Embryo von einer scharf gesonderten Eihülle umgeben finden (a. a. O. Taf. I, Fig. 5, 6).

Sämmtliche von mir bis jetzt beschriebenen Stadien und Erscheinungen können bei Untersuchung des aus lebenden Eikapseln herausgenommenen Inhalte in neutralen oder schwach sauren Reagentien wahrgenommen werden. Mit jedem Schritte der weiteren Entwicklung giebt diese einfache Methode immer geringere Resultate, da die fortwährend kleiner werdenden und mit einander nicht fest zusammenhängenden Blastomeren in der Masse viel auffallenderer Dotterzellen sich leicht den Augen des Beobachters entziehen. Nach langem Suchen findet man unter diesen Verhältnissen kaum einige vereinzelte Furchungszellen. Um eine bessere Einsicht zu gewinnen, muss man desshalb von nun an zur Schnittmethode schreiten und den auf die vorher beschriebene Weise bereiteten Kapselinhalt in ganze Serien zerlegen. Man überzeugt sich leicht, dass die an Zahl stets zunehmenden Blastomeren sich ziemlich lose und unregelmäßig neben einander befinden, wobei sie, von keiner Eihülle umschlossen, in die nächste Nachbarschaft der sie umgebenden Dotterzellen zu liegen kommen. Der Mangel einer festen Verbindung zwischen den Abkömmlingen einer und derselben Eizelle kann uns bei den kapselbereitenden Planarien um so weniger wundern, als wir analoge Erscheinungen sogar bei den sich im Freien entwickelnden Eiern finden. So sah ich z. B. bei Turritopsis armata die Blastomeren so wenig fest mit einander verbunden, dass sie nicht selten ganz aus einander gingen; in normalen Fällen bildeten sie einen durchaus unregelmäßigen, von keiner Eihülle umgebenen Zellenhaufen. Die Fig. 9 stellt uns ein solche Blastomeren enthaltendes Stück eines durch eine 17stündige Kapsel gemachten Durchschnittes und zeigt uns sechs Embryonalzellen, von denen zwei noch unter sich zusammenhängen. Die umgebenden Dotterzellen zeigen sehr verschiedene Formen, welche sich ziemlich genau an die Blastomeren anpassen, und erscheinen außerdem noch ganz unverändert, durch deutliche Konturen von einander getrennt. Bei weiterer Entwicklung, welche sich durch Vermehrung von Blastomeren auszeichnet, verlieren dagegen einige der benachbarten Dotterzellen ihre frühere Selbständigkeit: ihre Konturen verschwinden, das Protoplasma fließt zusammen und nur die Kerne behalten ihre Unabhängigkeit, so dass sie zur Bestimmung der Zahl der verschmolzenen Dotterzellen verwendet werden können (Fig. 10). Gegen die Vermuthung, dass diese Verschmelzung nur als Resultat der komplicirten Behandlungsweise der Kapseln, namentlich des Erhitzens derselben erscheint, muss ich folgende Gründe anführen: erstens den Umstand, dass die mehr peripherisch liegenden, folglich der Temperatur mehr ausgesetzten Dotterzellen unverschmolzen bleiben, ferner, dass auf den betreffenden Stadien konstant nur die die Blastomeren unmittelbar berührenden Dotterzellen ihre Selbständigkeit einbüßen und endlich auch die Erscheinungen der späteren Entwicklungsstadien, welche unten von mir hervorgehoben werden.

Die beiden notirten Haupterscheinungen dauern noch während mehrerer Stunden der Embryonalentwicklung weiter fort. Die Blastomeren vermehren sich ziemlich rasch, was durch die Häufigkeit der Zellentheilungen an Präparaten dokumentirt wird (Fig. 11, 12). Solche Embryonalzellen bilden einen mehr oder weniger unregelmäßigen Haufen, welcher von nunmehr ganz verschmolzenen Dotterzellen allseitig umgeben wird. Auf Durchschnitten bemerkt man sofort ganze Packete, welche leicht aus dem übrigen Kapselinhalte herausfallen und 1) aus einigen ihre Selbständigkeit bewahrenden Dotterzellen, 2) aus verschmolzenen Dotterzellen und 3) aus Blastomeren oder Embryonalzellen zusammengesetzt erscheinen. Die Fig. 11 und 12 repräsentiren uns solche Packete, wobei die erstere ein Stück des Durchschnittes einer 24stündigen und die zweite einen solchen einer 28stündigen Kapsel wiedergiebt. Bei genauerer Durchmusterung findet man zwischen den Embryonalzellen solche, welche alle Hauptstadien der Theilung aufweisen. So sieht man sog. karyolytische Figuren, Kernspindel und neugebildete Kerne, deren Spindelfasern bereits eine körnige Metamorphose erlitten haben. Es ist bemerkenswerth, dass die sog. Kernplatte oder die Bütschli'schen Körner vollständig fehlen. Nur wenige unter den Kernen weisen die gewöhnliche Form eines ruhenden Kernes auf; die meisten von ihnen zeigen durchaus unregelmäßige Gestalten, welche etwa auf Vorbereitung zur Theilung oder auf einen eben abgeschlossenen Vermehrungsprocess zurückzuführen sind.

Als Resultat des Zerklüftungsprocesses, welcher im Ganzen ungefähr zwanzig Stunden in Anspruch nimmt, erhalten wir eine unbestimmte Anzahl Embryonalzellen, welche im Allgemeinen unter sich die größte Ähnlichkeit zeigen und sich nur durch etwas verschiedene Dimensionen auszeichnen. Anfangs liegen diese Elemente ganz unregelmäßig neben und über einander, bald aber fangen sie an eine gewisse Anordnung zu zeigen. Während nämlich ein Theil der Embryonalzellen sich in einen rundlichen, aus einigen mehr oder weniger vollständigen Kreisen bestehenden Zellenhaufen gruppirt (Fig. 13), gehen andere Zellen aus einander, um sich in einer gewissen Entfernung zu fixiren. Die Kerne des Zellenhaufens zeigen zum größten Theile schon die bekannte ruhende Form, was auf das Ende der raschen Vermehrung hindeutet. Der Zellenhaufen selbst stellt nunmehr auch bereits die Anlage eines Larvenorganes, des Schlundkopfes, dar und erleidet von nun an nicht sowohl eine Vermehrung als die histologische Differenzirung der ihn zusammensetzenden Elemente. Sowohl die Schlundanlage, als auch die übrigen Embryonalzellen bleiben in der verschmolzenen Masse der Dotterzellen eingebettet, in welcher man wie früher eine gewisse Zahl vollkommen erhaltener Zellenkerne wahrnimmt.

Es erweist sich somit, dass die Embryonalzellen auf frühen Stadien in eine sehr nahe Beziehung zur Masse der Dotterzellen treten, so dass es eine Zeit lang unmöglich ist eine Grenze zwischen dem eigentlichen Embryo und der umgebenden Zellenmasse zu ziehen. Dadurch wird es wohl erklärlich, dass man beim Herauspräpariren des Kapselinhaltes nur eine konfuse Masse von Dotterzellen, einigen wenigen Embryonalzellen und einer formlosen rahmartigen Substanz erhält. Bald jedoch fängt der Embryo an eine bestimmte Gestalt anzunehmen und sich zugleich von der peripherischen Masse der selbständig gebliebenen Dotterzellen abzusondern. Einige der in die Schlundkopfbildung nicht eingegangenen Embryonalzellen entfernen sich von ihres Gleichen am meisten, um sich an der Grenze zwischen der verschmolzenen Protoplasmamasse der Dotterzellen und der selbständigen Dotterzellen zu fixiren (Fig. 14). Es bildet sich somit ein Spaltraum, welcher die erste Grenze zwischen der Embryonalanlage und der peripherischen Zellenmasse andeutet. Ich erkläre mir den Process in der Weise, dass ich eine selbständige Bewegung einiger Embryonalzellen annehme, welchen somit die aktive Rolle bei der Darstellung der Embryonalgrenze zukommt. Die Thatsache, dass man nicht immer an der bezeichneten Grenze eine oder mehrere Zellen wahrnimmt, erklärt sich wohl durch die Annahme, dass an solchen Durchschnitten nicht die Zellen selbst, sondern der ihnen anliegende Spalt getroffen wurde. In den meisten Fällen sieht man die Grenze zugleich an zwei einander gegenüber liegenden Stellen entstehen, wie es in der Fig. 15 wiedergegeben ist; während man aber auf der unteren Grenze eine dreieckige Embryonalzelle findet, wird man auf der oberen Grenze keiner solchen Zelle gewahr. Bei weiterer Entwicklung wird die Grenze zwischen dem Embryo und der umgebenden Zellenmasse immer auf größeren Strecken sichtbar (Fig. 16); die die Grenze bildenden Zellen platten sich ab und erweisen sich deutlich als die ersten Epidermiszellen des Embryo. Die früher erwähnte Anlage des Schlundkopfes sondert sich noch weiter ab, wobei sie zugleich sich in eine peripherische Zellenschicht und eine centrale Zellenmasse differenzirt (Fig. 17). Mit dem weiteren Fortschreiten der Grenzbildung sondert sich schließlich der ganze Embryo von der umgebenden Dotterzellenmasse ab, so dass wir nunmehr mehrere (vier bis sechs) ovale Embryonen in einer Kapsel vorfinden (Fig. 18). Betrachten wir einen Längsschnitt durch einen aus einer 48stündigen Kapsel herauspräparirten Embryo, wie er auf der Fig. 19 wiedergegeben ist, etwas näher, so finden wir an ihm folgende Hauptmerkmale. Der Embryo erscheint solid und besteht zum großen Theil aus der zusammengeschmolzenen Masse der Dotterzellen, deren Kerne unregelmäßig geordnet sind. In der Rindenschicht dieser Protoplasmamasse liegen einige wenige Embryonalzellen zerstreut, deren unregelmäßig geformte Kerne noch auf den regen Vermehrungsprocess hinweisen. Am unteren Pole befindet sich ferner der Larvenschlundkopf, an welchem wir eine dicke doppelschichtige Wandung erkennen, in deren Innerem radial angeordnete feine Fasern ausgespannt sind. An beiden Enden des Schundkopfes ist je eine Gruppe Embryonalzellen zu unterscheiden, von denen die äußere eine Art Epidermislippen darstellt, während die untere ein nicht näher bestimmtes Gebilde (vielleicht ein Rudimentalorgan) repräsentirt. Sowohl diese beiden Zellengruppen, als der Larvenkörper insgesammt, zeigen überhaupt einen scharf ausgesprochenen radiären Bauplan, welcher jedenfalls eine phylogenetische Bedeutung hat. Ein auf der Fig. 19 fehlendes Organ unserer Larve ist die Epidermis; dieselbe besteht aus feinen stark abgeplatteten und den ganzen Körper bedeckenden Epithelzellen, welche früh mit überaus feinen Wimperhaaren versehen werden.

In der soeben beschriebenen Larve unterscheiden wir somit zweierlei Bestandtheile: eine Menge verschmolzener Dotterzellen und eine viel geringere Anzahl der in letzter Instanz aus der Eizelle entstandener Embryonalzellen, welche sich bereits in eine Epidermis (Ektoderm), einen Schlundkopf und in indifferentere unter der Epidermis liegende Zellen differenzirt haben. Obwohl viel unbedeutender in quantitativer Beziehung, spielen die Embryonalzellen doch qualitativ bei Weitem die Hauptrolle. Die verschmolzenen Dotterzellen, wie es bei Betrachtung späterer Stadien noch näher gezeigt werden soll, dienen nämlich ausschließlich als Nähr- und zum Theil Stützmaterial für die in aktiver Thätigkeit befindlichen Embryonalzellen.

Die in der angegebenen Weise gebauten Larven befinden sich unter normalen Verhältnissen inmitten einer großen Masse Dotterzellen, welche zum größten Theile noch ihre ursprüngliche Selbständigkeit behalten. Nur diejenigen von ihnen, welche in der nächsten Nähe der Larven liegen, binden sich fester zusammen, zum Theil fließen sie auch ganz zusammen, um eine Art Rinde um den Larvenkörper darzustellen (Fig. 18). Wenn man den gesammten Inhalt einer lebende Larven beherbergenden Kapsel nunmehr befreit, so gelingt es in einigen Fällen eine unversehrte Larve zu erhalten, an der man sowohl die Wimperbewegungen der Epidermiszellen als die starken Schluckbewegungen des Schlundkopfes beobachten kann. Die letzteren dienen zum Verschlucken der selbständig gebliebenen Dotterzellen, welche somit ins Innere des Larvenkörpers übertragen werden. An durch solche Larven geführten Längsschnitten kann man auch deutlich die verschluckten Zellen unterscheiden (Fig. 20). Sie behalten in jeder Beziehung ihre früheren Eigenthümlichkeiten, so dass man keineswegs zu einer Vermuthung über die Abstammung dieser Zellen etwa aus vorhandenen Embryonalzellen geführt werden kann. Sie sind erstens um Vieles größer als die größten Embryonalzellen und zeigen auch den für die Dotterzellen so charakteristischen runden fein granulirten Kern wieder. Dazu verhalten sich diese verschluckten Dotterzellen, ganz eben so wie freiliegende ihres Gleichen, durchaus passiv, indem sie in keinem Falle eine Kern- resp. Zellentheilung aufweisen. Übrigens können auch die weiteren Embryonalstadien zum Beweise des Verschluckens von Dotterzellen angeführt werden. Bei direkter Beobachtung von lebenden Larven (Fig. 21) fallen die starken Schluckbewegungen des ohnehin sehr beweglichen Schlundkopfes sehr in die Augen, das Verschlucken der Dotterzellen konnte ich indessen nicht wahrnehmen, was bei der außerordentlichen Zartheit und Kürze des Lebens von Larven außerhalb der Kapsel nicht zu verwundern ist.

Mit jedem Schritte der weiteren Entwicklung finden wir eine immer größere Menge von Dotterzellen im Innern des Larvenleibes auf, womit gleichzeitig eine rasche Verminderung freier Dotterzellen konstatirt werden muss. Der ursprüngliche, ganz solide Larvenkörper enthält nunmehr (Fig. 22, welche einen Längsschnitt einer aus einer zweiundfünfzigstündigen Kapsel herausgenommenen Larve repräsentirt) einen umfangreichen Hohlraum, welcher zum großen Theile von verschiedenartig gestalteten, aber durchaus unveränderten Dotterzellen angefüllt ist. Der frühere Larvenkörper bildet somit eine dicke Rinde, an deren Peripherie wir eine feine, sehr leicht abfallende Epidermisschicht (auf Fig. 22 ist nur eine einzige Epidermiszelle außer den beiden festeren Lippenzellen erhalten) unterscheiden. In der Rinde selbst finden wir die noch immer in geringer Zahl vorhandenen Embryonalzellen wieder, von denen einige in Theilung begriffen sind; zum größten Theile aber besteht die Rinde aus der verschmolzenen Masse von Dotterzellen, deren unveränderte Kerne noch immer sehr zahlreich sind.

Im Laufe des dritten Tages der Embryonalentwicklung wird endlich der letzte Rest der freien Dotterzellen verschluckt, worauf schließlich auch die aus verschmolzenen Zellen bestehende, die Larven umgrenzende Rindenschicht wahrscheinlich aber durch Resorption verschwindet. Die Larven, welche früher durch eine Masse freier Dotterzellen und durch die eben erwähnte Schicht von einander abgetrennt waren, legen sich nunmehr dicht an einander, wobei sie sich gegenseitig drücken, was auf die äußere Form der Larve einen merklichen Einfluss ausübt. Die früher regelmäßig ovalen Larven nehmen jetzt eine Pyramidengestalt an; einige von ihnen erhalten eine eigenthümliche, briefkouvertähnliche Form (Fig. 24), während andere dreiseitig bleiben (Fig. 23). Die konvexe Basis solcher Pyramidenlarven stößt an die Kapselwand, während die Pyramidenspitzen gegen das Centrum der Kapsel gerichtet sind.

Trotz der veränderten Körpergestalt und einer ansehnlichen Größenzunahme solcher Larven behalten sie noch immer ihre oben angegebenen Hauptmerkmale. Sie erscheinen als radiär gebaute Thiere mit Epidermis, Schlundkopf, einer Embryonalzellen enthaltenden Rindenschicht und einer nunmehr sehr bedeutenden Masse verschluckter Dotterzellen. Bei der raschen Größenzunahme und einer entsprechenden Veränderung der Körpergestalt wächst der Breiten- und der Tiefendurchmesser um ein Bedeutendes, während der Längsdurchmesser ungefähr seine frühere Größe behält und also verhältnismäßig kürzer wird. Die Epidermis und der Schlundkopf erfahren während der Zeit vom dritten bis zum fünften Tage der Embryonalentwicklung keine merkliche Veränderung; eine solche lässt sich namentlich in der Rindenschicht wahrnehmen, deren zellige Elemente einer regen Vermehrung unterliegen, wobei sie zugleich merklich und rasch an Größe abnehmen. Das Nährmaterial für ein so aktives Leben der Embryonalzellen wird offenbar durch die verschmolzene Masse der Dotterzellen geliefert, deren Kerne (Fig. 25 *n*) nunmehr in rückschreitende Metamorphose gerathen: sie ziehen sich bedeutend zusammen, verlieren ihren Nucleolus nebst den feinen Körnchen und verwandeln sich überhaupt in unregelmäßig konturirte homogene Klumpen. Diese Veränderungen weisen auf eine beginnende Atrophie der Dotterkerne der Rinde hin und beweisen zugleich, dass ihnen keine aktive Rolle bei dem Aufbau des Planarienkörpers zukommt. Die verschluckten Dotterzellen bleiben dagegen, wie früher, im Innern des Larvenkörpers liegen und behalten zum größten Theile ihre ursprünglichen Eigenschaften (Fig. 25 *v*) bei. Es fällt nur auf, dass in vielen solchen Zellen zwei oder auch drei Kerne beisammen liegen, ein Umstand, welcher eher durch das Verschmelzen einiger Dotterzellen, als durch ihre Vermehrung erklärt werden kann. Für diese Auffassungsweise spricht die Thatsache, dass unter Tausenden beobachteter Dotterkerne ich nie einen in Theilung begriffenen auffinden konnte, während es nichts weniger als schwierig war, den Vermehrungsprocess an den Embryonalzellen der Rindenschicht zu konstatiren.

Während des vierten und fünften Tages der Embryonalentwicklung erfolgt eine noch stärkere Vermehrung der Embryonalzellen der Rindenschicht, wobei man eine immer größere Anzahl solcher mit ruhendem

Kerne zur Ansicht bekommt. Einige wenige Rindenzellen verlassen ihre Bildungsstätte, um sich an der inneren Grenze der Rinde zu fixiren (Fig. 26 *c*); sie verlängern sich dabei und nehmen ein spindelförmiges Aussehen an. Während auf den ersten Larvenstadien die Rindenzellen noch so spärlich waren, dass man sie auf einigen Schnitten gar nicht auffinden konnte (auf dem auf der Fig. 20 abgebildeten Längsschnitte befinden sich im Ganzen nur drei solche Zellen), werden sie jetzt, während des vierten und fünften Tages, zu den zahlreichsten Elementen des gesammten Larvenkörpers. Das verschmolzene Dotterplasma, so wie die Dotterkerne treten mehr und mehr in den Hintergrund, obwohl man noch hier und da (Fig. 28 *n*) einige solcher intakten und ganz charakteristischen Kerne auffinden kann. Auf den uns jetzt interessirenden Stadien kommt eine Cuticularbildung zum Vorschein, ein feines über der Rindenschicht liegendes Häutchen, welches wahrscheinlich von Epidermiszellen (welche eben so leicht wie auf früheren Stadien bei der Behandlung der Embryonen abfallen) ausgeschieden wird. Die verschluckten Dotterzellen erfahren in so fern eine Veränderung, als sie eine stärkere Neigung zum Verschmelzen in größere Packete offenbaren. Wir finden nunmehr eine größere Anzahl zwei- und mehrkerniger Dotterzellen, obwohl noch sehr viele von ihnen in jeder Beziehung ihre ursprünglichen Eigenschaften behalten. Wenn man auf dem auf der Fig. 27 abgebildeten Durchschnitte durch einen fünftägigen Embryo nur wenige selbständige Dotterzellen und anstatt deren eine kompakte Masse vorfindet, so ist das wohl durch ein zu langes Kochen entstanden, welches nothwendig war, um einen ganzen Schnitt zu erhalten. Bei drei-, vier- und fünftägigen Larven ist es nämlich sehr schwer, Schnitte mit erhaltenem Schlundkopfe zu erlangen, weil der letztere in den meisten Fällen aus dem Embryo herausfällt. Um aber den Leser zu überzeugen, dass bei gewöhnlicher Behandlung auch die fünftägigen Stadien isolirte Dotterzellen in genügender Anzahl besitzen, habe ich die Fig. 28 beigegeben, welche ein Stück eines solchen Stadiums repräsentirt und an welcher man neben vier einkernigen drei zweikernige Dotterzellen bemerken kann.

Am sechsten Tage der Entwicklung erfolgt überhaupt eine sehr starke Wendung in der Gesammtheit der Embryonalerscheinungen unserer Planarie. Der pyramidenförmige Embryo verliert seine charakteristische Körperform und verwandelt sich in ein ovales plattwurmähnliches Wesen, wobei seine frühere Basis sich zum Rücken, seine Spitze zum Bauche gestaltet. Zu gleicher Zeit kommt der definitive Rüssel zum Vorschein, welcher den früher beschriebenen provisorischen Larvenschlundkopf ersetzt. Alle diese Veränderungen erfolgen nach einer Reihe ganz langsam verlaufener Stadien so unerwartet schnell, dass man nur mit Mühe einige Zwischenstufen ertappen kann.

Die Epidermis verdickt sich merklich, obwohl sie noch immer aus platten Epithelzellen zusammengesetzt erscheint; sie wird auch viel fester, so dass sie nicht mehr mit der früheren Leichtigkeit abfällt. Vom alten Schlundkopf sehen wir nur Überreste in Form einer nach außen mündenden Röhre (Fig. 29 *p*), welche ihren früheren komplicirten Bau bereits verloren hat: von den vorher erwähnten Radialfasern finden wir nunmehr keine Spur; dagegen finden wir hinter der Röhre einen mächtigen soliden Zellenhaufen, welcher die Anlage des künftigen Rüssels repräsentirt und welcher bereits von einer dünnen Epithelmembran — der Rüsselscheide — umgeben ist (Fig. 29 *vg*). Die früheren inneren Zellen, welche an dem Schlunde befestigt waren, konnte ich nicht mehr auffinden und weiß ich nicht, ob dieselben gänzlich verloren gegangen sind oder etwa bei der definitiven Rüsselbildung eingegangen sind. Die Detailvorgänge der Rüsselbildung habe ich aus den angegebenen Gründen nicht verfolgen können und hoffe bei der Bearbeitung der speciellen Organogenie unserer Planarie auch diese Lücke auszufüllen. Die Anzahl der Rindenzellen hat sich sehr bedeutend vergrößert; dieselben haben ihr Nährmaterial — das verschmolzene Dotterplasma — so weit verbraucht, dass von demselben nur einzelne inselförmige Stücke übrig geblieben sind. Die Kerne der verschmolzenen Dotterzellen der Rindenschicht sind wahrscheinlich gänzlich atrophirt, da man von ihnen keine Spur mehr findet. Die Rindenzellen haben sich aber so weit vermehrt, dass eine ansehnliche Anzahl von ihnen die Rindenschicht verlassen und zwischen derselben und den verschluckten Dotterzellen sich einen neuen Platz gesucht hat. Eine große Zahl solcher ausgewanderten Elemente hat sich in verlängerte Spindeln verwandelt, welche unzweifelhaft die ersten Muskelfasern des Körpers repräsentiren (Fig. 29). Durch dieses starke Wachsthum der zelligen Elemente der Rindenschicht wird nothwendigerweise auch die innere Masse der verschluckten Dotterzellen in so fern berührt, als durch Einwandern der ersteren diese Masse nicht mehr im Stande ist, ihre frühere Einförmigkeit zu bewahren. Sie zerfällt in mehrere Abtheilungen, welche ganz bestimmt und regelmäßig geordnet sind. So sehen wir auf dem auf der Fig. 29 abgebildeten Querschnitte durch die hintere Hälfte eines 127 stündigen Embryo zwei beinahe gleich große Zellenhaufen, welche durch das Einschalten eines Stranges von Rindenzellen entstanden sind. Die Dotterzellen bleiben zum Theil im früheren Zustande, zum Theil aber, namentlich in centralen Abtheilungen, bilden sie größere mehrkernige Packete. In ihrem Inneren bemerkt man, bei Untersuchung lebender Embryonen, eine bedeutende Ansammlung von Fettkörnchen, welche der gesammten Zellenmasse ein (bei durchfallendem Lichte) dunkles körniges Aussehen verleihen.

Am Schlusse des sechsten Tages fand ich in so fern eine Veränderung, als ich keinen Rest des Larvenschlundkopfes mehr wahrnehmen konnte: die Rüsselscheide erschien wie blind geschlossen. Der Rüssel selbst nimmt eine seiner definitiven Gestalt bereits ähnliche Form an (Fig. 30) und erscheint als ein cylindrischer in die Scheidenhöhle vorragender Zapfen, welcher noch ganz solid mit einer Menge Rindenzellen angefüllt ist.

Am nächstfolgenden (siebenten) Tage wird unser Embryo bereits zu einer jungen Planarie. Die Rindenzellen haben eine bedeutende Anzahl Stränge geliefert, welche die Dotterzellenmasse in eben so viele Abtheilungen differenzirt haben. Am besten ist dieses Verhalten an frontalen Längsschnitten zu übersehen (Fig. 31, 32), wo man nun deutlich wahrnimmt, dass die »Rindenzellen« nebst den von ihnen gebildeten interstitiellen Strängen die Muskelfasern sammt dem Parenchym, kurz gesagt, die mesodermalen oder mesenchymatösen Gebilde repräsentiren, während die verschluckten Dotterzellen ein regelmäßig verästeltes, fast ganz solides Organ darstellen, welches in jeder Beziehung dem Darmkanale entspricht. Die Epidermis bildet, wie früher, eine dünne Schicht platter Epithelzellen und zeigt keine örtlichen Verdickungen, welche man etwa für Anlage des centralen Nervensystems in Anspruch nehmen könnte. Unterhalb derselben, zwischen der Masse der Mesodermzellen, findet man hier und da eigenthümliche, verschiedenartig gekrümmte Röhrchen (Fig. 32 *s*), welche als die Anlagen der stäbchenförmigen Körper gedeutet werden müssen. Die mesodermalen Elemente erscheinen sehr gleichförmig, was wohl, zum Theil wenigstens, durch die komplicirte Behandlungsweise, welche so viele histologische Eigenthümlichkeiten vernichtet, erklärt werden muss. Außer den früher beschriebenen spindelförmigen Muskelzellen (Fig. 32 *m*) findet man im Mesoderm noch eine große Menge kleiner Zellen mit ovalen und kompakten, sich stark färbenden Kernen. Der Rüssel erhält eine cylindrische Höhle und ist mit einer Menge Mesodermzellen angefüllt, welche bereits eine regelmäßige Anordnung zur Schau tragen. Die verschluckten Dotterzellen (Fig. 32) behalten zum großen Theile ihre eigenthümlichen Kerne und erfüllen sich mit einer immer steigenden Quantität fettartig glänzender, rundlicher und unregelmäßig gestalteter Körner (Fig. 32 *c*).

Am achten Tage sah ich zum ersten Male das Nervensystem und die Augen. Während sich die letzteren dicht unter der Epidermis befinden (Fig. 35), liegen die Organe des eigentlichen Nervensystems tief im Schoße des Mesoderms. Im oberen Körpertheile, am Niveau der Augen, beginnt das Gehirn (Fig. 35 *e*), an welchem man bereits die sich schwach färbenden Fasern deutlich unterscheiden kann. Die denselben unmittelbar anliegenden Zellen sind offenbar die Nervenzellen; der Umstand, dass sie nicht scharf von dem umgebenden Mesodermgewebe abgegrenzt sind, so wie, dass das Gehirn so tief in dieser Schicht eingelagert ist, spricht für die von den Gebrüdern Hertwig[1] geäußerte Vermuthung, nach welcher das Nervensystem der Süßwasserplanarien mesenchymatösen Ursprungs sein soll. In Übereinstimmung damit steht auch die von Lang[2] hervorgehobene Thatsache, dass auch bei erwachsenen Süßwasserplanarien »die Zellen, welche den Fasermassen des Gehirns äußerlich anliegen, große Ähnlichkeit mit vielen Zellen des umliegenden Parenchyms zeigen«. Dem ektodermalen Ursprunge des Gehirns bei anderen Plathelminthen dürfte man gegen die angeführte Vermuthung kaum eine zu große Bedeutung beilegen können, zumal wir wissen, dass auch unter den Mollusken das Centralnervensystem bald aus dem Ektoderm, in anderen Fällen aber aus Mesoderm seinen Ursprung nimmt. Jedenfalls sind wir noch lange nicht im Stande uns jetzt schon ganz bestimmt über die Frage der Gehirnabstammung der Süßwasserplanarien auszusprechen.

Am achten Tage der Embryonalentwicklung findet man bereits auch die beiden großen seitlichen Nervenstämme, wie man es aus der Fig. 33 (*n, l*) entnehmen kann. In sonstiger Beziehung bietet das uns jetzt interessirende Stadium nichts Besonderes. Die Epidermis erscheint etwas dicker und enthält bereits viele stäbchenförmige Organe (Fig. 33 u. 34 *s*), welche auch unterhalb derselben Schicht in genügender Anzahl vorhanden sind. Die Kerne vieler Mesodermzellen fangen an sich zu verändern, indem sie, anstatt gleichförmig homogen zu bleiben, einen Unterschied zwischen Kernsubstanz und Kernsaft zeigen, wobei gleichzeitig der ganze Kern auch etwas an Größe zunimmt (Fig. 34 *n'*). In Folge dieser Differenzirung erscheint der Kern in seiner gewöhnlichen definitiven bläschenförmigen Gestalt, wobei er sich zugleich viel blasser färbt und überhaupt weniger als in der ursprünglichen Form auffällt. Es muss jedoch bemerkt werden, dass an achttägigen Embryonen noch bei Weitem die große Mehrzahl der Mesodermkerne ihre früheren Eigenschaften behält. Die verschluckten Dotterzellen, welche, wie man sich überzeugt, eine Art vikarirendes Entoderm repräsentiren (Fig. 33—35), erhalten eine noch größere Anzahl fettartiger Körper und verschieden großer kugelförmiger Vacuolen, als früher.

---

[1] Coelomtheorie. Jenaische Zeitschr. Bd. XV. Neue Folge. Achter Band. Erstes Heft. 1881. p. 32.

[2] Untersuchungen zur vergl. Anatomie und Histologie des Nervensystems der Plathelminthen. IV. in: Mittheilungen aus der zoolog. Station zu Neapel. Bd. III. 1./2. Heft. 1881. p. 58.

Wenn man solche achttägige Embryonen künstlich aus der Kapsel herauspräparirt, so erweisen sie sich als vollkommen lebensfähig und unterscheiden sich in ihrem Benehmen und in weiteren Erscheinungen gar nicht von den zur rechten Zeit ausgeschlüpften jungen Planarien.

Die wichtigste Veränderung, welche nach dem achten Tage hervortritt, ist eine allgemeine Umgestaltung der Mesodermkerne, welche ganz der oben beschriebenen gleich ist (Fig. 37). Bei den fertigen Embryonen sind auch die Kerne in mehreren Muskelfasern zu Grunde gegangen, obwohl man übrigens noch bei neugeborenen Planarien eine genügende Anzahl kernhaltiger Muskelfasern findet. Die Epidermis wird, namentlich an den Seiten, merklich dicker, so dass deren Zellen bereits kubikförmig erscheinen. Am vikarirenden Entoderm erkennt man ohne Mühe die oben mehrfach hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten. Bei Untersuchung lebender Zellen desselben erkennt man ohne Mühe die scharf hervortretenden fein granulirten Kerne und die verschiedenartigen fettähnlichen Körper (Fig. 38, 39). Die Fig. 36 repräsentirt einen vollkommen ausgebildeten, obwohl nicht selbständig ausgeschlüpften, sondern künstlich herausgenommenen Embryo. Er ist in jeder Beziehung identisch mit einer neugeborenen jungen Planarie. Man erkennt an ihm eine ziemlich scharf abgegrenzte wimpernde Epidermis, ein blasses muskelreiches Mesoderm und den genug bekannten dendritisch verzweigten Darmtractus, dessen Zellen, wie eben bemerkt wurde, mit glänzenden Fettkügelchen versehen sind.

Das spontane Ausschlüpfen findet am zehnten oder am elften Tage statt; im frühen Sommer dauert die embryonale Entwicklung etwas länger als in den heißeren Sommermonaten. So z. B. krochen die Jungen aus einer am 5./17. Juni um 1 Uhr Nachmittags abgelegten Kapsel um 10 Uhr Morgens des 16./28. Juni, so dass die ganze Entwicklung zehn Tage und einundzwanzig Stunden dauerte. Die Planarien werden in der größten Mehrzahl der Fälle als vollkommen farblose Würmchen geboren und nur selten kommen sie aus der Eikapsel bereits mit einer geringen Menge von dunkelviolettem Pigment auf die Welt. Gewöhnlich entwickelt sich dasselbe am zweiten oder dritten Tage nach dem Ausschlüpfen. Die Größe der Neugebornen ist sehr verschieden: je mehr Planarien sich in einer Kapsel entwickeln, desto kleiner kommen sie auf die Welt; in einigen Fällen findet sich aber ein sehr bedeutender Größenunterschied auch zwischen den Jungen einer und derselben

Kapsel. In der Regel schlüpfen aus einer Kapsel sechs oder vier junge Planarien aus.

Obwohl ich die nachembryonalen Entwicklungsvorgänge keiner Untersuchung unterzog, so konnte ich mich nicht mit den Thatsachen begnügen, welche ich im Laufe der embryonalen Entwicklung des Verdauungstractus wahrnahm. Um das Schicksal der bis zum Ausschlüpfen der jungen Planarie verfolgten verschluckten Dotterzellen zu enträthseln, musste ich unbedingt bis zu den Stadien des funktionirenden Darmtractus gehen. Bald nach dem Beginne des freien Lebens kann man in den Dotterzellen, oder den Elementen des »vikarirenden Entoderms« eine mehr oder weniger große Menge verschiedenartiger in Vacuolen eingeschlossener Konkremente wahrnehmen, womit gleichzeitig ein starker Verbrauch des Fettgehaltes konstatirt werden muss. Auf der Fig. 40 habe ich eine solche Zelle von einer zweitägigen jungen Planarie abgebildet, wo man neben dem vollkommen in seinen primitiven Eigenschaften erhaltenen Dotterkerne mehrere konkrementhaltige Vacuolen vorfindet. Ganz gleiche Vacuolen sind bekanntlich auch in den Darmzellen erwachsener Planarien vorhanden, so dass dieser Befund zu Gunsten der Annahme, dass die verschluckten Dotterzellen sich zu echten Epithelzellen der Darmäste umwandeln, verwerthet werden könnte. Entschiedener spricht dafür die Thatsache, dass vom dritten Tage nach dem Ausschlüpfen, wenn das junge Thier anfängt Nahrung zu sich zu nehmen, die verspeisten Körper ins Innere der »vikarirenden Entodermzellen« eindringen, um sich dort ganz gleich zu verhalten, wie in den verdauenden Darmzellen der erwachsenen Planarien. Solche junge Thiere habe ich mit kleinen, vorher mit Karmin gefütterten Naiden oder auch mit dem mit demselben Farbstoffe vermischten menschlichen Blute gefüttert und immer dabei gefunden, dass die eingenommenen Nahrungsstoffe in reichlicher Menge in das Innere der aus den verschluckten Dotterzellen gewordenen Darmzellen eindrangen. Die Fig. 41 stellt uns den Hintertheil eines paarigen Hauptdarmastes einer auf angegebene Weise (mit Blut nebst Karmin) gefütterten, drei Tage alten Planarie dar. Die Skizze wurde zwei Stunden nach der Fütterung gemacht. Man sieht in der ganzen Wand eine Menge sowohl Blutkörperchen als Karminkörner neben Fettkugeln und konkrementhaltigen Vacuolen enthalten. Bei Untersuchung solcher vollgefressener junger Planarien mit stärkeren Vergrößerungen kann man auch die einzelnen Zellen nebst den in ihnen enthaltenen Kernen und verschiedenartigen Einschlüssen beobachten, wobei man eben sofort die mehrmals beschriebenen charakteristischen Dotterkerne vorfindet (Fig. 42 *n*). Beim Zerzupfen mit Nadeln werden die Zellen gewöhnlich in Bruchstücke zerlegt, wovon einige die Kerne enthalten, die anderen dagegen kernlos sind, dafür aber viele Nahrungsstoffe in sich beherbergen (Fig. 43). An solchen Stücken kann man auch ohne Mühe die amöboide Protoplasmabewegung studiren. Die Fig. 44 *a*, *b*, *c* zeigt uns drei nach einander folgende Bewegungszustände eines mit Nahrung versehenen Zellenbruchstückes, in dessen Innerem ich noch eine ausgesprochene Körnchenbewegung wahrgenommen habe.

Nachdem es mir gelungen ist, nachzuweisen, dass beim Aufbau des Larvenkörpers, resp. des Mesoderms, den Dotterzellen obwohl eine bedeutende, jedoch immerhin eine passive Rolle zukommt, dass sie demnach im Grunde nur ein Nährmaterial für Embryonalzellen liefern, glaubte ich einen ähnlichen Schluss auch auf die verschluckten Dotterzellen ermitteln zu können. Ich ging dabei von der Vermuthung aus, dass diese Dotterzellen auf einem gewissen Stadium der Embryonalentwicklung von etwaigen echten Embryonalzellen aufgefressen werden, ähnlich wie in der bekannten Geschichte der Urzeugung von Monaden die Stärkekörner von den Schwärmern der Monas amyli umhüllt und ihnen einverleibt waren. Bei der darauf gerichteten Untersuchung konnte ich indessen keinen Beweis für eine solche Vermuthung auffinden. Ich war wohl im Stande zu konstatiren, dass mehrere von den verschluckten Dotterzellen sammt ihren Kernen zu Grunde gehen, aber der ganze Vorgang stimmte vollkommen mit der Atrophie centraler und überflüssiger Entodermzellen während des Vorganges der Darmhöhlenbildung vieler Thiere überein. Dotterzellen, welche von anderen Zellen umhüllt wären, wie es die hervorgehobene Vermuthung postulirte, habe ich jedenfalls nicht beobachten können.

Ich will hier noch auf eine eigenthümliche Gewohnheit junger Planarien hinweisen, welche ich einige Male in meinen Versuchsaquarien beobachtete. Einige Tage nach dem Ausschlüpfen gelangen die jungen Thiere auf die Rückenfläche erwachsener Planarien derselben Species und saugen vermittels ihres Rüssels den Inhalt der letzteren aus.

Bevor ich die Darstellung der von mir gewonnenen Ergebnisse schließe, will ich noch mit ein paar Worten eines wichtigen Organsystems gedenken, über welches ich keine Gelegenheit fand in den obigen Zeilen zu sprechen. Ich meine das exkretorische Gefäßsystem, welches von einigen Autoren (wie z. B. Minot) sogar bei erwachsenen Süßwasserplanarien in Abrede gestellt wurde. Bei zum Ausschlüpfen fertigen Embryonen findet man an lebenden Exemplaren ohne Mühe wasserhelle Gefäßschlingen nebst den an den Enden mancher Zweige befindlichen Schlusszellen mit der starken Geißel. Man gewahrt somit das Organ in seiner Ausbildung, ohne im Stande zu sein, eine Auskunft über seine

Entstehung und Entwicklung zu geben. Wie es bereits von LANG[1] bemerkt worden ist, ist nichts schwieriger, als das Exkretionssystem der Planarien auf Schnitten aufzufinden, selbst bei solchen Formen wie seine Gunda segmentata, wo dieses System sehr stark entwickelt ist und ohne Mühe am lebenden Thiere untersucht werden kann. Da ich nun aber, bei der embryologischen Erforschung unserer Planarie, zum größten Theile auf Schnitte angewiesen war und nur dann lebende Embryonen untersuchen konnte, als bereits sämmtliche Organe angelegt waren, so war ich außer Stande, etwas über den Ursprung des Exkretionssystems zu erfahren. Auch in anderer Beziehung erwies sich die Schnittmethode zur Untersuchung der Organogenie und Histogenie für durchaus unzureichend. Ich meine die Differenzirung der überhaupt so komplicirten Schicht wie das Mesoderm, dessen Zellen bei Untersuchung lebender Embryonen viel verschiedenartiger aussehen als auf Schnitten.

Da nach den Mittheilungen von KNAPPERT zu schließen, die von ihm untersuchte Polycelis fusca sich in mancher Hinsicht anders entwickelt, als die Planaria polychroa, so musste ich die Frage aufstellen, in wie fern der von mir aufgefundene Entwicklungsmodus im Kreise der Monogonophoren oder, wie sie von LANG bezeichnet werden, Tricladen verbreitet ist. Die von mir in embryologischer Beziehung untersuchten zwei in Smela (Provinz Kiew) vorkommenden Arten der Gattung Dendrocoelum, und zwar D. lacteum und eine andere nicht bestimmte braune Species, welche viel größere abgeflacht kugelförmige Kapseln legt, stimmen mit den für Planaria polychroa angegebenen Verhältnissen sehr überein. Bei ihnen habe ich ganz dieselbe Larvenbildung und die nämlichen Erscheinungen der Darmentwicklung wahrgenommen, wie bei der letztgenannten Art. Von marinen Tricladen habe ich nur die Kapselbildung der sogenannten Planaria ulvae, welche wohl zur Gattung Gunda gehört, beobachtet. Ich konnte leicht konstatiren, dass die Kapseln eine große Ähnlichkeit mit denen der Süßwassertricladen haben; die Embryonalentwicklung konnte ich dagegen, wegen der unüberwindlichen technischen Schwierigkeiten, gar nicht untersuchen. Bei ferneren Beobachtungen müsste ganz besonders auf die Embryologie der Polycelisarten geachtet werden.

Wie ich am Eingange zu diesem Aufsatze bereits erwähnt habe, blieb meine Hoffnung, in der Embryologie der Süßwasserplanarien eine Auskunft über die Urgeschichte des intracellulär verdauenden Darmkanales dieser Thiere zu erlangen, ohne Erfüllung. Es hat sich vielmehr gezeigt, dass wir gerade in der Entwicklungsgeschichte dieses Organes auf ganz eigenthümlich modificirte Embryonalerscheinungen stoßen, welche überhaupt so sonderbar sind, dass sie noch einer, an anderen Formen (namentlich an Polycelis) vorgenommenen Revision bedürfen. Wenn es sich aber ganz unanfechtbar bestätigen sollte, dass die verschluckten Dotterzellen sich unmittelbar in Entodermelemente verwandeln, so erhielten wir ein Beispiel von einer sehr merkwürdigen Substitution der Organe. Denn meiner Meinung nach muss die Sache so aufgefasst werden, dass die Dotterzellen zu vikarirenden Entodermzellen in Folge einer Abkürzung des Entwicklungsprocesses, so wie einer Benutzung fertiger, in genügender Menge in der Kapsel vorhandener, geformter Elemente geworden sind. Ursprünglich müsste sich ein echtes primäres Entoderm gebildet haben, während die Dotterzellen lediglich als Nahrung des Embryo fungirten. Bei dem Überschusse an Dotterzellen mussten die überflüssigen einfach zu Grunde gehen. Im Laufe der Zeit konnten aber die letzteren, da sie sich im Darmkanale neben den echten primären Entodermzellen befanden, am Leben bleiben und mit diesen die gleiche Funktion ausüben, was schließlich zu einer Substitution des Entodermgewebes durch Dotterzellen führen konnte. So würden wir ein Verhältnis zwischen heterogenen Elementen entstanden denken, ähnlich wie es in den letzten Jahren zwischen verschiedenen Organismen aufgedeckt worden ist. Ich meine die Benutzung von einem Thiere eines einem anderen Thiere gehörigen Organes, wie es in vielen Fällen des sogenannten Mutualismus (Ortsveränderung der Actinien durch die Extremitäten des Pagurus etc.) der Fall ist. Noch analoger sind die Fälle des Mutualismus, wo parasitische Pflanzen als Nahrungsversorger ihrer Symbionten dienen, wie es beim Zusammenleben der Algen mit Radiolarien und Schwämmen vermuthet wird.

---

[1] Der Bau von Gunda segmentata. in: Mittheilungen aus der zoolog. Station zu Neapel. Bd. III. p. 209.

Wenn man von der Ansicht einer Entodermsubstitution ausgeht, so wird man nach Überresten eines primären Entoderms bei unseren Tricladen suchen müssen. In dieser Beziehung kann ich nur auf die kleine Zellengruppe verweisen, welche unterhalb des Larvenschlundkopfes liegt (Fig. 19, 20, 22 *d*) und welche ich oben muthmaßlich als ein Rudiment bezeichnet habe. Ich wüsste wirklich nicht, was sie für eine Rolle erfüllen könnte, wenn sie nicht etwa als eine Klappeneinrichtung für die Verhinderung zum Austreten der Dotterzellen fungirt.

Aber auch abgesehen von den Verhältnissen der Darmbildung bieten die von mir untersuchten Süßwasserplanarien genügende Zeugnisse für die Annahme einer starken Coenogenese. Der Antheil der verschmolzenen Dotterzellen an dem Aufbau des Embryonalkörpers gehört unstreitig zu solchen Adaptiverscheinungen in dem Entwicklungsgange dieser Thiere.

Mit der wichtigen Rolle der Dotterzellen im Zusammenhange steht offenbar auch die außerordentlich frühe Anlage des Larvenschlundkopfes. Man kennt bereits eine genügende Menge Beispiele einer verfrühten Differenzirung stark entwickelter Organe; nirgends aber sehen wir eine Anlage sich differenziren, bevor noch die Keimblätter oder die Körperwand entstanden sind. Bei unserer Planarie lässt sich auch nicht entscheiden, ob der Larvenschlundkopf ein ektodermales oder mesodermales Gebilde repräsentirt, weil er sich zu einer Zeit anlegt, wo diese beiden Blätter noch nicht genügend von einander geschieden sind. Bei einem solchen Sachverhalte würde es mich nicht wundern, wenn es sich herausstellen sollte, dass das Centralnervensystem der Süßwassertricladen nicht aus dem Ektoderm, wie bei Polycladen, sondern wirklich, wie es den Anschein hat, aus Mesoderm sich entwickeln sollte. Dies würde auf eine verhältnismäßig noch nicht so gewaltige Coenogenese hindeuten.

Ein so starkes Überhandgreifen der embryonalen Anpassungserscheinungen bei den Süßwasserplanarien steht vielleicht nicht so isolirt in der Thierwelt da, als es vielleicht im ersten Augenblicke erscheint. Bei den Thierformen, deren Embryonen sich unter verschiedenartigen Bedingungen entwickeln, sehen wir überhaupt ganz auffallende Zeichen von coenogenetischen Erscheinungen. In dieser Beziehung ist die Klasse der Tunicaten besonders merkwürdig. Obwohl die Entwicklung der Organe bei vielen Repräsentanten derselben noch nicht genügend erforscht ist, so sind doch bereits einige wichtige Thatsachen konstatirt. So ist z. B. bekannt, dass ein und dasselbe Organ, wie die Atriumhöhle der Ascidien, sich auf ganz verschiedene Weise entwickeln kann. Bei den aus Eiern entstandenen Embryonen stellt dieselbe eine reine Ektodermbildung dar, während sie bei Knospenembryonen sich ganz aus dem Entodermsacke bildet. Es ist kaum zu bezweifeln, dass der erstere Entwicklungsmodus der primäre ist, zumal die Atriumhöhle sich dabei ganz allmählich und langsam von zwei kleinen Ektodermeinstülpungen herausbildet; die Entstehung desselben Organes aus Entoderm muss dagegen als eine Anpassungserscheinung, bei welcher die Keimblätter ihre Rolle abgeändert haben, betrachtet werden. So ähnlich auf den ersten Blick der in drei Abschnitte (Darm und Atriumhöhle) zerfallende Entodermsack der Ascidienknospen dem dreitheiligen Ento-Mesoderm der Echinodermen-, Chaetognathen- und Brachiopoden-Embryonen erscheint, so würde man sich sehr irren, wollte man darin ein Zeugnis morphologischer Verwandtschaft erblicken. — Es ist ferner für Ascidien, obwohl nicht mit der erwünschten Sicherheit, angegeben worden, dass sich das Nervensystem aus verschiedenen Keimblättern beim Eiembryo und beim Knospenembryo differenzirt, eine Angabe, welche mir nach Untersuchungen der Pyrosoma-Entwicklung sehr wahrscheinlich geworden ist. Das Verlegen der Gehirnanlage aus dem Ektoderm in das Mesoderm, als Folge einer verkürzten Entwicklung, wird ferner auch für Mollusken behauptet. Wir bekommen somit eine ganze Reihe embryonaler Anpassungserscheinungen, welche in die tiefsten Processe der Keimblätterdifferenzirung hineingreifen.

In derselben Klasse der Tunicaten werden freilich noch merkwürdigere Entwicklungsvorgänge beschrieben, welche ebenfalls auf keine andere Weise als durch Annahme einer äußerst starken Coenogenese erklärt werden können. Ich meine die von Salensky gemachte Angabe, nach welcher die Blastomeren der Salpenembryonen zu Grunde gehen, um durch Follikelzellen gänzlich ersetzt zu werden. In diesem Falle, wenn es sich durch spätere Untersuchungen bestätigen sollte (bei solchen schwierigen und wichtigen Dingen ist ja eine ganz außerordentliche Skepsis rathsam), würden wir eine viel tiefer greifende Umänderung der wichtigsten embryonalen Vorgänge vor uns haben, als bei Planaria polychroa. Unter Insekten finden wir eine analoge Erscheinung bei Psylla crataegi, wo aus der Eierstocksmembran in das Ei und in den Embryo ein eigenthümlicher braun gefärbter Körper übergeht.

Messina, im November 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XV—XVII.

Sämmtliche Abbildungen sind mit dem Prisma konturirt worden; mit Ausnahme der Fig. 16 beziehen sie sich alle auf Planaria polychroa.

Fig. 1. Eine Eizelle (*o*) und zwei Dotterzellen (*v*) aus einer eben abgelegten Kapsel. Essigsäurepräparat. Vergrößerung Ocular 3 + System 7 von Hartnack.

Fig. 2. Eine Eizelle aus einer Kapsel $4^1/_2$ Stunden nach dem Ablegen. Essigsäurepräparat. 3 + 7.

Fig. 3. Eine Eizelle $10^1/_2$ Stunden nach dem Ablegen. Essigsäurepräparat. 3 + 7.

Fig. 4. Eine im Anfange der Theilung begriffene Eizelle. Essigsäurepräparat. 3 + 7.

Fig. 5. Eine sich weiter theilende Eizelle. Essigsäurepräparat. 3 + 7.

Fig. 6. Ein zweizelliges Furchungsstadium. Acht Stunden nach dem Ablegen. 3 + 7.

Fig. 7. Zwei erste Blastomeren von drei Dotterzellen umgeben. 10 Stunden nach dem Ablegen der Kapsel. Die letztere ist mit kochendem Wasser, dann mit Essigsäure und Glycerin bearbeitet worden. 3 + 7.

Fig. 8. Ein viertheiliges Furchungsstadium. 11 Stunden nach dem Ablegen. Essigsäurepräparat. 3 + 7.

Fig. 9. Ein Stück aus einem sechs Blastomeren enthaltenden Durchschnitte. 17 Stunden nach dem Ablegen. 3 + 7.

Fig. 10. Ein Stück aus dem Durchschnitt durch ein etwas älteres Stadium. 21 Stunden nach dem Ablegen. 3 + 7.

Fig. 11. Eine Embryonalanlage aus einer 24stündigen Kapsel. Durchschnitt. 3 + 7.

Fig. 12. Eine etwas ältere Embryonalanlage aus einer 28stündigen Kapsel. 3 + 7.

Fig. 13. Der Durchschnitt durch einen 32stündigen Embryo aus der Gegend der Schlundkopfanlage. 2 + 7.

Fig. 14. Ein Durchschnitt durch einen 35stündigen Embryo. *ec*, Epidermiszelle. 2 + 7.

Fig. 15. Ein anderer 35stündiger Embryo im Durchschnitt. 3 + 5.

Fig. 16. Ein 40stündiger Embryo von Dendrocoelum spec. im Längsschnitt. 4 + 4.

Fig. 17. Die Schlundkopfanlage eines Polychroa-Embryo von oben betrachtet. 3 + 7.

Fig. 18. Ein Durchschnitt des gesammten Kapselinhaltes. 45 Stunden nach dem Ablegen. 3 + 2.

Fig. 19. Längsschnitt durch einen 48stündigen Embryo. *d*, innere Zellen des Schlundkopfes. 3 + 4.

Fig. 20. Längsschnitt eines etwas weiter ausgebildeten Embryo, welcher indessen nur 45 Stunden alt ist. (Es kommt überhaupt nicht auf eine Differenz von einigen wenigen Stunden an, da die Entwicklung der Planaria polychroa in dieser Beziehung vielen individuellen Schwankungen unterworfen ist.) *d*, wie in Fig. 19. 3 + 4.

Fig. 21. Die untere Hälfte einer Planarienlarve aus dem zweiten Tage der Entwicklung nach dem Leben gezeichnet. 3 + 5.

Fig. 22. Ein Längsschnitt durch eine 52stündige Larve. *d*, wie in Fig. 19 u. 20. 3 + 4.

Fig. 23 und 24. Zwei pyramidenförmige Larven. 2 + 2.

Fig. 25. Das Stück eines Durchschnittes durch eine dreitägige Pyramidenlarve. *n*, Kerne der verschmolzenen Dotterzellen; *v*, verschluckte Dotterzellen. 2 + 9 (trocken).

Fig. 26. Das Stück eines Durchschnittes durch eine viertägige Larve. *c*, eine losgelöste Rindenzelle. 3 + 7.

Fig. 27. Ein Längsschnitt durch eine fünftägige Pyramidenlarve. 2 + 4.

Fig. 28. Stück eines Durchschnittes durch ein solches fünftägiges Stadium. *n*, Kerne der verschmolzenen Dotterzellen.

Fig. 29. Querschnitt durch einen 127stündigen Embryo. *p*, Larvenschlundkopf, *vg*, Rüsselscheide. 2 + 4.

Fig. 30. Querschnitt durch einen sechstägigen Embryo. 3 + 4.

Fig. 31. Frontaler Längsschnitt durch einen siebentägigen Embryo. 2 + 4

Fig. 32. Ein Stück eines solchen Längsschnittes. *c*, Fettmasse im Inneren der Dotterzellen; *m*, Muskelfasern; *s*, stäbchenförmiger Körper. 2 + 7.

Fig. 33. Querschnitt durch einen achttägigen Embryo in der Rüsselgegend. *n,l*, lateraler Nervenstamm; *s*, stäbchenförmiger Körper. 4 + 4.

Fig. 34. Stück eines solchen Querschnittes. *m*, Muskelfasern; *n'*, veränderter Kern einer Parenchymzelle; *s*, stäbchenförmiger Körper. 4 + 7.

Fig. 35. Querschnitt durch die Augengegend eines achttägigen Embryo. *e*, Gehirnanlage. 3 + 4.

Fig. 36. Ein neuntägiger, bereits ausgebildeter Embryo nach dem Leben gezeichnet. 3 + 1.

Fig. 37. Die Hälfte eines Querschnittes desselben Embryo. 3 + 5.

Fig. 38. Vier Darmzellen eines fertigen Embryo, nach dem Leben gezeichnet. 3 + 8.

Fig. 39. Darmzellen einer neugeborenen Planaria polychroa mit Kochsalz bearbeitet. *n*, Kerne derselben. 3 + 8.

Fig. 40. Eine Darmzelle mit Kern, *n*, aus einer zweitägigen jungen Planarie, nach dem Leben gezeichnet. 3 + 8.

Fig. 41. Der untere Theil eines Darmastes einer mit Blut und Karmin gefütterten drei Tage alten Planarie, nach dem Leben gezeichnet. 3 + 4.

Fig. 42. Darmzelle aus einem oberen Darmabschnitte derselben Planarie in situ. 3 + 8.

Fig. 43. Zwei Darmzellenbruchstücke mit eingeschlossener Nahrung. 3 + 8.

Fig. 44. Ein solches Bruchstück in drei verschiedenen Bewegungszuständen. 3 + 8.

Über Coelenteraten der Südsee.

Von

Dr. **R. v. Lendenfeld** in Melbourne.

III. Mittheilung.

Über Wehrpolypen und Nesselzellen.

Mit Tafel XVIII.

I. Die Wehrthiere der Plumularidae.

Vor allen anderen Hydroiden zeichnen sich die Plumulariden dadurch aus, dass ein großer Theil, bis zu fünf Sechstel, aller Thiere einer Kolonie in Wehrpolypen ohne Magen umgewandelt sind. Busk[1] war der Erste, der die Chitinkelche, in welchen die Wehrthiere sitzen, genauer beschrieb, und die Aufmerksamkeit auf diese von ihm Nematophores genannte Bildungen lenkte. Später veröffentlichte Allman[2] einige Beobachtungen über den Inhalt dieser Nematophoren, in welchen er zuweilen Nesselkapseln fand, zuweilen nicht. Er giebt an, dass abgesehen von den Nesselkapseln, der ganze Inhalt aus strukturlosem Protoplasma bestehe, welches lange Pseudopodien aussendet und wieder einzieht. Hincks[3] bestätigt die Angaben von Allman und führt die Analogie des Inhaltes der Nematophoren mit Rhizopoden noch weiter aus, indem er für das ganze Ektoderm der Hydroiden, wie Reichert, eine Bathybius-artige Grundmasse annimmt, in welcher Nesselkapseln liegen. Während F. E. Schulze[4] schon 1872 die zellige Struktur des Ektoderms der Hydroiden nachgewiesen hat, erlangten wir erst in neuester Zeit durch die

---

[1] Busk, »Hunterian lectures«. 1857.

[2] Allman, On the Occurence of Amoebiform Protoplasma etc. Annals and Magazine of Natural History. Bd. XIII. p. 203. 1864.

[3] Hincks, British Hydroid Zoophytes. Bd. I. p. XVII. Anmerkung.

[4] F. E. Schulze, Cordylophora. p. 15.

Untersuchungen von Hamann[1] einen genaueren Einblick in die feineren Bauverhältnisse der Wehrthiere. Hamann erklärt den Inhalt des Nematophor für einen modificirten Polypen, für welchen er die Bezeichnung Machopolyp aufstellt. Ich schließe mich dieser Anschauung an und glaube, dass der Ausdruck Nematophor für die Chitinhülle des Wehrpolypen reservirt werden soll. Hamann hat in den weit vorstülpbaren Wehrpolypen Muskelzellen nachgewiesen und es unterliegt keinem Zweifel, dass die Bewegungen des Wehrpolypen zum Theil durch diese Muskeln bewirkt werden. Ich sage zum Theil, weil die parallelen Fasern, die in einem Bündel liegen, nur das Zurückziehen des Wehrpolypen bewirken können, während das Hervorstülpen durch andere Gebilde verursacht wird.

Der Reichthum der südaustralischen Küstenfauna an Plumulariden ist ein außerordentlicher. Ich habe gegen vierzig verschiedene Formen gesehen, deren Skelette zum Theil schon beschrieben sind. Ich habe die meisten derselben lebend untersucht und möchte hier einige Beobachtungen mittheilen, welche ich an ihren Wehrpolypen gemacht habe.

Trotz der außerordentlichen Verschiedenheit, welche uns in der Zahl und Anordnung, in der Gestalt und Größe derselben entgegentritt, lassen sich doch alle auf drei Grundformen zurückführen, die oft zugleich an demselben Stocke vorkommen:

1) Wehrthiere mit Nesselkapseln,
2) Wehrthiere mit Klebzellen,
3) Wehrthiere mit Nesselkapseln und Klebzellen.

1) Wehrthiere mit Nesselkapseln.

Die Wehrthiere mit Nesselkapseln finden sich hauptsächlich an den Plumularia-ähnlichen Hydroiden. Sie entsprechen der von Hamann[2] gegebenen Abbildung.

Die solide Entodermachse (Fig. 1 *Ent*) besteht aus ähnlichen Elementen wie die Tentakelachse und reicht bis zur Mitte des Wehrthieres. Das Entoderm des Zweiges, dem der Wehrpolyp aufsitzt, geht direkt in das Entoderm des letzteren über. Die Zellen, welche die innere Auskleidung des Coenosarkrohres des Zweiges bilden, sind trüb und mit Körnchen ganz angefüllt. Die nächsten Entodermzellen der Wehrthierachse sind ebenfalls trübe und ganz von Plasma erfüllt. Erst in einiger Entfernung vom Zweige beginnen die Achsenzellen mehr die Gestalt von Chordazellen anzunehmen, wie sie die Zellen der Tentakelachse auszeichnet; jedoch sind die Entodermzellen der Machopolypen auch im distalen Theile der Achse viel trüber und plasmareicher als die entsprechenden Gebilde in den Tentakeln. Im kontrahirten Zustande sind sie völlig undurchsichtig.

---

[1] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XV. p. 17.

[2] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Taf. XXV.

Das Ektoderm ist hoch entwickelt und besteht aus zwei Schichten, einer epithelialen und einer subepithelialen. Die Deckzellen erscheinen cylindrisch, wenn der Machopolyp zusammengezogen ist, hingegen niedrig und flach, wenn das Wehrthier sich streckt. Diese Deckzellen sind zumeist ganz von Plasma erfüllt, sie finden sich auf dem ganzen basalen Theile des Wehrthieres. Zwischen denselben und der dünnen Stützlamelle, welche den Entodermzellen dicht anliegt, findet sich eine Schicht von glatten Muskelfasern, die nicht den Deckzellen angehören, sondern entschieden subepithelial sind. An Isolationspräparaten gelingt es leicht, an den isolirten Fibrillen die Muskelkörperchen nachzuweisen (Fig. 2, 3), welche zwischen die centripetalen Enden der Deckzellen zu liegen kommen und somit interstitielle Zellen genannt werden können.

Die Muskelfasern bilden ein cylindrisches Rohr, indem sie in paralleler Lage der Stützlamelle aufliegen. Sie laufen, wenn der Wehrpolyp zusammengezogen ist, geradlinig und longitudinal. An dem Ende der Entodermachse endet auch der Muskelcylinder und es finden sich hier in der subepithelialen Schicht zwei bis vier schöne große multipolare Ganglienzellen (Fig. 1, 3 *G*). In der oberflächlichen Schicht des ganzen Endtheiles des Machopolypen begegnen wir großen länglichen Nesselkapseln (Fig. 1, 3 *N*). Jede Nesselkapsel ist von einer dünnen Plasmahülle umschlossen, nur das centrifugale Ende scheint frei zu liegen. In dieser Plasmahülle findet sich ein platter Kern. Der Cnidocil ist kurz und bildet mit der Oberfläche einen Winkel von 60°. Er liegt stets dem Kern gegenüber. Zuweilen ist derselbe schwach gekrümmt und dann stets die konkave Seite der Nesselkapsel zugekehrt.

Das centripetale Ende der Plasmahülle zieht sich in einen Fortsatz aus, der radial liegt und stets gerade erscheint. Alle diese Fortsätze vereinigen sich an dem centrifugalen Ende der Entodermachse. Also an demselben Orte, wo die Ganglienzellen liegen. Außerdem finden sich in dem Endköpfchen des Wehrthieres auch radiale Muskelfasern, die zuweilen den Stielen der Cnidoblasten dicht anliegen (Fig. 3 *M*). Überdies kommen indifferente Stützzellen mit breiter centrifugaler Endplatte (Fig. 3 *St*) vor. Einige der oberflächlichen Zellen zeichnen sich durch ihre Schmächtigkeit aus und dürften als Sinneszellen zu deuten sein (Fig. 3 *Si*). Es ist mir jedoch nicht gelungen, einen Zusammenhang dieser Zellen mit den subepithelialen Ganglienzellen nachzuweisen, so dass ich nicht sicher bin, ob diese Elemente einer Tastfunktion vorstehen oder nicht.

Die Wehrpolypen sind einer außerordentlichen Ausdehnung in die Länge fähig, welche aber langsam, so wie die Ausbreitung der Tentakeln von Hydra, erfolgt, und niemals jene Präcision und Raschheit der Bewegung erkennen lässt, welche die soliden Tentakeln auszeichnen. Viel strammer erfolgt das Einziehen des Wehrthieres, welches in einer halben Sekunde bewerkstelligt werden kann. Die Bewegungen des ausgestreckten Wehrthieres sind unbedeutend und in der That amöboid.

Sowohl die Ausdehnung und Zusammenziehung, als auch die Bewegungen, welche im ausgestreckten Zustande ausgeführt werden, lassen sich leicht als Wirkungen zweier Antagonisten erkennen. Ganz so wie bei den Tentakeln haben wir es auch hier mit einem elastischen Stabe zu thun, an dem allseitig longitudinale Muskeln anliegen. Dass die Ausdehnung nicht so rasch wie am Tentakel erfolgt, wird leicht dadurch erklärt, dass die Achsenzellen des Wehrpolypen noch nicht jenen Grad der Differenzirung erreicht haben, wie die Chordazellen der Tentakelachse. Dies ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass die Tentakeln phylogenetisch weit ältere Bildungen sind als die Machopolypen, und demnach ihre Achsenzellen viel länger Zeit hatten sich ihrer neuen Bestimmung anzupassen, als die Entodermzellen jener Polypen, welche sich in Wehrthiere umbildeten.

Wenn wir von einer Protohydra mit hohlen Tentakeln ausgehen, und ihre Umwandlung in einen Wehrpolypen einer Plumularide betrachten, so tritt uns ein allmähliches Zurückdrängen des Gastralraumes entgegen. Zuerst werden die Tentakeln solid, hierauf verwachsen die Magenwände. Zuerst Centralisation des Gastralraumes in der Person, hierauf Centralisation im Stock.

Jedenfalls werden die Machopolypen als Defensivwaffen benutzt, da sie sich nicht zurückziehen, wenn man den Polypenstock berührt; im Gegentheil aus ihren Chitinbechern hervortreten, wenn man den Zweig, auf welchem sie sitzen, vom Stocke trennt.

In wie weit die Wehrthiere mit Nesselkaspeln in den Nematophoren vieler Plumularia-Arten auch offensiv thätig sind, konnte ich nicht feststellen, es dürften jedoch diese eben so wie die unten zu besprechenden Machopolypen mit Klebzellen zum Fangen der Beute verwendet werden. Bei allen Plumularia-Arten, welche ich untersucht habe, blieben die Nesselkapseln am centrifugalen Ende des Wehrpolypen stets an der Spitze des Wehrthieres und machten somit alle Bewegungen desselben mit. Ich muss dies der Allman'schen[1] Angabe gegenüber besonders hervorheben. **Allman** schließt nämlich aus seinen Beobachtungen an einzelnen Plumulariden, dass »the clusters of thread-cells, when they exist, remain quite stationary, being never carried out with the sarcode in its pseudopodial processes«. Ich glaube nachweisen zu können, dass diese Beobachtung auf eine andere Thatsache zu beziehen ist, wie **Allman** glaubt und bin sicher, dass in allen Fällen, die ich beobachtet habe, wenn Nesselkapseln und keine Klebzellen an dem Machopolypen vorkamen, die Nesselkapseln bei der Bewegung des Wehrthieres nie zurückgelassen wurden.

---

[1] Allman, A Monograph of the Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 116.

2) Wehrthiere mit Klebzellen.

Die Wehrthiere (Fig. 6), welche in diese Kategorie gehören, finden sich vornehmlich in jenen Nematophoren von Aglaophenia-Arten, welche vor den Nährthieren liegen. Außerdem dürften sie der Gattung Antennularia zum Theil zukommen. An anderen Plumulariden, die wegen ihrer eigenthümlichen Gonophoren die Aufstellung einer neuen Gattung erfordern werden, habe ich solche Machopolypen zusammen mit Nesselkapseln tragenden Wehrthieren beobachtet. Sie sind in ihrem Baue nicht wesentlich von den oben besprochenen verschieden. Der größte Unterschied besteht darin, dass sie statt der Nesselkapseln Klebekörnchen besitzen, welche den entsprechenden Elementen der Fangfäden der Ctenophoren vollkommen gleich gestaltet sind.

Die Klebethiere, wie ich diese Machopolypen kurzweg nennen werde, zeichnen sich durch ihre außerordentliche Beweglichkeit aus. Wenn schon den Nesselkapsel-haltigen Wehrthieren eine seltene Gestaltveränderung möglich ist, so können die Klebethiere sich vollends zu langen feinen Fäden ausziehen, an deren Ende dann eine bulböse Anschwellung liegt, welche selbst wieder bedeutender Formveränderung fähig ist.

In diesen Wehrthieren lassen sich Deckzellen, subepitheliale Muskeln und Ganglien, die Stützlamelle und die Entodermachse nachweisen. Der verdickte Endtheil besteht aus pyramidalen Zellen in radialer Anordnung, die alle, oder doch zum größten Theil Klebekörnchen erzeugen. Man findet nämlich in ihnen je einen rundlichen Tropfen einer stark lichtbrechenden Substanz (Fig. 5 *K*). Hierdurch gewinnen diese Zellen ganz das Aussehen von Drüsenzellen. Der Tropfen entsteht am verjüngten centripetalen Ende als kleine Vacuole und wandert während seines Wachsthums gegen das verbreiterte centrifugale Ende der Zelle hin. Das fertige Klebekorn erreicht nahezu den Durchmesser der freien Oberfläche seiner Bildungszelle und ist kugelförmig. Es ragt über die

Oberfläche der terminalen Verdickung des Wehrthieres ziemlich weit vor (Fig. 5 *K* und 6). Solche fertige Klebekörner finden sich zwar meist in beträchtlicher Anzahl, sie stehen jedoch nicht so dicht gedrängt, wie auf der Oberfläche der Greifapparate der Ctenophoren und zeigen auch niemals jene regelmäßige Anordnung, die Chun[1] von Euplokamis Stationis abbildet. Die große Ähnlichkeit unserer Wehrpolypen mit den Greiffäden der Rippenquallen fällt sofort in die Augen. Der Unterschied liegt eigentlich nur darin, dass der Faden selbst bei den Plumulariden nicht spiralig aufgerollt wird. Wir kommen auf die Analogie dieser Waffen unten zurück. Allman[2] bildet eine Antennularia ab, deren Wehrthiere verzweigt sind. Ich habe an den australischen Arten dieser Gattung, welche bloß Machopolypen mit Klebzellen enthalten, Verzweigungen nur dann gesehen, wenn einzelne Klebekörnchen an irgend einem Gegenstande, der nicht herangezogen werden konnte, haften blieben und sich dann bei der Zusammenziehung des Wehrthieres der verdickte Endtheil lang auszog. Klebte nun eine andere Partie desselben an irgend einem Gegenstand an, und kontrahirte sich der Machopolyp noch weiter, so erlangte er zuweilen eine in gewissem Sinne ramificirte Gestalt.

Diesen Wehrpolypen kommt eine ausschließlich offensive Thätigkeit zu. Wird der Polypenstock beunruhigt, so ziehen sich dieselben in ihre Chitinbecher zurück. Ich kann die Angaben von Allman[3], dass die »Pseudopodien-artigen Fortsätze« nur an ganz frischen Stöcken sichtbar sind, für die Klebepolypen vollkommen bestätigen, und glaube, dass die Angaben von Allman und Hincks sich auch in erster Linie auf diese Klebepolypen beziehen. Auf die Funktion derselben kommen wir unten nochmals zurück.

3) Wehrthiere mit Nesselkapseln und Klebzellen.

Diese Machopolypen (Fig. 4 *B*) finden sich ausschließlich bei der Gattung Aglaophenia und zwar kommen sie hier in jenen Nematophoren vor, welche hinter den Nährthieren liegen und über diese vorragen. Ich nenne sie die paarigen oberständigen Wehrthiere.

Für unsere Untersuchung eignen sich einige hier sehr häufige Aglaophenia-Arten mit mächtigen oberständigen Wehrthieren vortrefflich. Die Nematophoren, welche diese Machopolypen enthalten, haben außer der kreisförmigen Öffnung am Ende auch noch ein ovales Loch an der Seite; dieses liegt dem Nährthiere zunächst, an jener Stelle, wo der

---

[1] C. Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. Taf. XVIII, Fig. 11.

[2] Allman, A Monograph of the Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 116.

[3] Allman, A monograph of the Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 115.

Chitinbecher des Nährthieres endet, an der konkaven vorderen Seite des Nematophors, welche dem Nährpolypen zugekehrt ist. In diesen Nematophoren nun sitzen Wehrpolypen, die aus zwei Theilen zusammengesetzt sind. Im distalen Ende liegen Nesselkapseln (Fig. 4) dicht unter der terminalen Öffnung, während aus der proximalen Öffnung ein Faden ausgestoßen werden kann, an dessen Ende ein Klebeköpfchen sitzt. Der distale Theil gleicht einem Wehrthiere mit Nesselkapseln, während der proximale Theil einem Klebethiere zu vergleichen ist.

Von dem ersteren ist jedoch nur jener Theil entwickelt, welcher dem distalen Theile eines Wehrthieres mit Nesselkapseln, wie ich es oben beschrieben habe, entspricht. Es findet sich keine Entodermzellenachse und daher auch keine Stützlamelle. Wohl aber kommen Ganglienzellen in der subepithelialen Schicht vor und es finden sich zwischen den Cnidoblasten radiale Muskeln und Stützzellen, vielleicht auch Sinneszellen vor. Dieser Theil des Wehrthieres ist, da ihm der muskulöse Stiel fehlt, nur wenig beweglich und wird nur eine kurze Strecke weit aus der terminalen Öffnung des Nematophors hervorgestülpt. In dem basalen Theile des Nematophors findet sich nun ein zweites Köpfchen, welches durchaus einem Klebepolypkopf gleicht. Sein verdicktes Ende kann aus der unteren Öffnung des Nematophors weit vorgestülpt werden und besitzt eine Entodermachse.

Obgleich nun das Ganze beim ersten Anblick eher den Eindruck macht, als ob wir es hier mit zwei modificirten Polypen zu thun hätten, so weist doch die einfache, ungetheilte Entodermachse darauf hin, dass das Ganze einem Polypen homolog ist. Wenn wir die Entwicklung dieser Wehrthiere verfolgen, so sehen wir deutlich, dass beide Stücke Theile eines Anfangs einfachen Wehrpolypen sind.

Das Ende der Zweige bildet nämlich stets ein Paar von Wehrpolypen, indem, lange bevor die Nährthiere vor denselben sich entwickelt haben, das nächste Paar von Machopolypen sprosst. An den Zweigenden junger Stöcke kann man alle Stadien finden und so ist es leicht die Entwicklung zu verfolgen.

Junge Wehrpolypen dieser Art stecken in einem Chitinbecher, dessen Hinterrand etwas höher ist als der Vorderrand. Sie sind ganz von Nesselkapseln erfüllt und ziemlich beweglich, so dass sie ihre Mitrailleusen-ähnlichen Köpfchen beträchtlich weit hervorstrecken können. Während nun an der Vorderseite kein Chitin abgeschieden wird, wächst der Hinterrand sehr rasch. Auf diese Art gewinnt der Nematophor die Gestalt eines sehr schief abgestutzten, geraden Kreiscylinders. Nun hört die Chitinabscheidung an dem tieferen Theile des elliptischen Randes auf, während der höchste Theil rasch nach allen Seiten wächst und seine Ränder sich schließlich wieder zu einer Röhre schließen. Diese Röhre verlängert sich nun und biegt sich bei einigen Aglaophenien hakenförmig nach außen.

In einigen Fällen wird die Bildung von zwei Öffnungen nicht erreicht und es besitzen dann die Nematophoren eine mehr oder minder breite Spalte, welche die beiden Öffnungen verbindet. Dieser Fall gilt ausnahmslos (?) für jene Nematophoren, welche dem Nährthiere auf seiner Oberseite in der Symmetralebene des Zweiges dicht anliegen, den unpaaren, oberständigen Machopolypen.

Selbst dann, wenn bereits die beiden Öffnungen getrennt sind, wenn sich vor dem Nematophor ein Nährpolyp anlegt und schon die Knospen des nächsten Paares von Wehrthieren angedeutet sind, finden sich noch immer keine Klebzellen. Es steckt vielmehr hinter jeder Öffnung eine Nesselbatterie. Erst später beginnen in den Stützzellen zwischen den Cnidoblasten der unteren Batterie kleine Tropfen aufzutreten, welche in älteren Wehrthieren bereits die Form und Größe von Klebekörnern erreichen. Inzwischen vermindert sich die Zahl der Cnidoblasten, indem die Nesselkapseln ausfallen und die Plasmahüllen rückgebildet werden. Oft finden sich jedoch auch noch später einzelne Nesselkapseln auf dem Kopfe des Greiffadens, welche erst spät ausgestoßen werden. An älteren Theilen der Stöcke kommen sie nie vor.

Allman[1] giebt an, dass bei einigen Plumulariden und besonders bei Antennularia der Nematophor durch ein Diaphragma in zwei Stockwerke getrennt wird. Ich kann diese Angabe auch für die australischen Antennularien bestätigen und hinzufügen, dass auch bei vielen (vielleicht allen?) Aglaophenia-Arten ein solches Diaphragma in den paarigen oberständigen Nematophoren mehr oder weniger entwickelt ist.

Die Theilung des Leibes der Nährthiere der Plumulariden in eine orale und eine aborale Hälfte, welche durch eine beträchtliche cirkuläre Einschnürung in der Längsmitte verursacht wird, ist bereits von Hamann[2] beschrieben worden. Seine Angaben sind auch für die australischen Arten zutreffend. Die Theilung der großen Wehrpolypen in eine distale defensive und eine proximale offensive Hälfte scheint mir darauf hinzudeuten, dass in diesem Falle der centripetale Theil dem aboralen, der centrifugale aber dem oralen Theile des Nährthieres homolog sein dürfte.

Ich habe die Wirkungsweise der Wehrthiere am lebenden Thiere zu verfolgen öfters Gelegenheit gehabt und will hier das Wichtigste darüber mittheilen. Die Aglaophenien leben zumeist von Zoëen und anderen Larven. Kommt eine Zoëa mit einem Tentakel in Berührung, so wird sie von einigen Nesselfäden getroffen und macht vehemente Bewegungen um zu entkommen. Diese Bewegungen fallen aber erfolglos aus, was ich einer betäubenden Wirkung der Nesselfäden zuschreiben möchte. So wie die Zoëa den Tentakel berührt hat, neigen und strecken sich alle Greiffäden, die zu dem betreffenden Polypen gehören, es sind deren fünf, nach der Stelle hin. Gewöhnlich berührt die Zoëa sogleich das klebrige Köpfchen des einen oder des anderen Greiffadens (Fig. 4) und klebt daran fest. Während nun der Beute-beladene Faden sich rasch verkürzt, verklebt sich die Zoëa, welche sehr kräftige Bewegungen ausführt, bald mit mehreren Greiffäden, die sich verkürzen, sobald sie berührt werden. Die Zoëa ist bald so umringt, dass sie keine Bewegungen mehr machen kann. In diesem Zustande gelangt sie abermals in den Bereich der Tentakeln. Die Ablösung von dem Köpfchen des Greiffadens erfolgt auf die Weise, dass die Klebekörnchen ausgestoßen werden. Ob den Klebekörnchen auch eine giftige Wirkung zuzuschreiben ist, lässt sich nicht bestimmen. Ich habe den Fall nie beobachtet, dass eine Zoëa, die einmal auf den Leim gegangen war, sich wieder befreit hätte.

---

[1] Allman, A Monograph of the Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 28.

[2] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XV. p. 57.

Ganz ein anderes Bild bietet es, wenn ein größeres Thier, etwa ein Annelid, zufällig einen Tentakel berührt. Sofort werden alle Greiffäden eingezogen, es treten hingegen die Nesselbatterien an den terminalen Enden der großen Nematophoren weit vor. Auch die Tentakeln werden geborgen, so dass der Vergleich mit einer Karrébildung bei einer Kavallerieattacke, gewiss am Platze ist.

Ich habe oben hervorgehoben, dass Allman's Angabe, es würden die Nesselkapseln nicht mit dem übrigen Theile des Wehrthieres hervorgestoßen, auf ein besonderes Verhältnis zu beziehen ist. Ich glaube nämlich, dass er solche zusammengesetzte Wehrthiere beobachtet haben dürfte, bei welchen die Nesselkapseln freilich nicht mit dem Greiffaden, wohl aber für sich vorgestülpt werden können.

Ich bin selbstverständlich weit entfernt davon, einen genetischen Zusammenhang zwischen jenen Ctenophoren, welche Greiffäden besitzen, und den Plumulariden anzunehmen; dennoch aber glaube ich, dass durch die Entdeckung von Klebekörnchen an Hydroiden einiges Licht auf die entsprechenden, bisher vereinzelt dastehenden Gebilde bei den Ctenophoren geworfen wird. Da wir an den Plumulariden sehen, dass bei der Entwicklung der zusammengesetzten Wehrpolypen zuerst Nesselkapseln auftreten und diese dann successive durch Klebekörnchen ersetzt werden, so können wir wohl annehmen, dass die

Klebekörnchen die phylogenetisch jüngere Bildung repräsentiren. Dieselben Ursachen müssen dieselben Wirkungen hervorbringen, und so kann gar wohl die Zuchtwahl bei den Plumulariden wie bei den Ctenophoren die Nesselkapseln in Klebekörnchen zum Theil umgewandelt haben — wir haben eben analoge Bildungen vor uns.

Chun[1] und später Claus[2] haben die Homologie von Klebekörnchen und Nesselkapseln ausgesprochen, und ich glaube, dass durch die oben geschilderten Beobachtungen diese Deutung völlig als richtig festgestellt wird.

Wenn wir weiter fragen, welchem Gewebe die Zellen, in welchen die Klebekörnchen entstehen, zuzuzählen sind, so muss sofort die große Ähnlichkeit mit Hautdrüsen, wie wir sie von verschiedenen Coelenteraten kennen, auffallen. Ich stehe auch nicht an, sie den einzelligen Hautdrüsen zuzurechnen, und betrachte das Klebekörnchen, welches eben so wie die Nesselkapsel nur einmal wirkt und dann verloren geht, als Sekret derselben.

II. Über Nesselzellen in der Schirmgallerte von Crambessa mosaika (Fig. 7).

Bei der histologischen Untersuchung dieser prächtigen, zuweilen in ungeheueren Schwärmen auftretenden rhizostomen Meduse bin ich auf eigenthümliche Gebilde (Fig. 7) gestoßen, welche sich in der Schirmgallerte finden.

Die Schirmgallerte ist ziemlich derb und gleicht im feineren Baue der von mir ausführlich beschriebenen Gallerte von Cyanea Annaskala[3]. Nur liegen hier, der derberen Konsistenz gemäß, die Fibrillen viel dichter als bei Cyanea. Die Vermehrung an Zahl betrifft hauptsächlich die glatten Fibrillen. Körnige Fasern finden sich in besonders guter Ausbildung unter der Riechgrube. Sie laufen hier hauptsächlich vertikal und durchsetzen somit die Schirmgallerte quer. Trotz der, durch ihre Lage bedingten Wahrscheinlichkeit, dass wir es hier mit Nervenfasern zu thun haben, welche die Sinnesepithelien der oralen und der aboralen Schirmfläche verbinden, bin ich doch nicht geneigt, sie mit irgend welcher Sicherheit als Nerven zu erklären, da es mir trotz aller Mühe nicht gelungen ist, einen direkten Zusammenhang der Nervenfasern, welche sich unter den Sinnesepithelien ausbreiten, mit denselben nachzuweisen.

Einige der körnigen Fasern der Gallerte unter der Riechgrube verdicken sich an einzelnen Stellen und enthalten große, lange und schmale, schwach säbelförmig gekrümmte Nesselkapseln. In der Verdickung des körnigen Fadens, in welcher die Nesselkapsel liegt, lässt sich stets ein Kern nachweisen, und es ist somit wohl das Ganze als Cnidoblast zu deuten.

---

[1] Chun, Die Greifzellen der Rippenquallen. Zoolog. Anzeiger. Bd. I. p. 50.

[2] Claus, Grundzüge der Zoologie. p. 297 Anmerkung.

[3] R. v. Lendenfeld, Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 472.

Ich fand einige der Kapseln entladen, und es war in diesen Fällen der Nesselfaden vielfach geknickt in dem körnigen Plasma eingebettet, welches die Kapsel umgiebt. Die Konsistenz der Gallerte gestattet es, dass man durch dieselbe Schnitte legt, ohne sie vorher zu härten. Ich war hierdurch in die Lage versetzt, diese Nesselkapseln im lebenden Zustande zu beobachten. Durch Zusatz von Essigsäure kann man sie sofort zur Entladung bringen, es bleibt jedoch der Faden stets innerhalb des Plasma und tritt nie in die Gallerte aus. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass zwischen der Gallerte und dem Cnidoblast eine feste Grenzschicht liegt, welche freilich nicht optisch wahrnehmbar ist. Ich habe eben so wie an den Tentakeln von Cyanea Annaskala (l. c.) auch hier versucht, ob sich die Nesselkapseln auch dann entladen, wenn kein direkter Reiz sie trifft, um zu erkennen, ob eine Nerventhätigkeit bei der Entladung der Kapsel mit im Spiele ist. Es gelingt dieser Nachweis im gegebenen Falle sehr leicht. Wenn man einen Querschnitt durch den Schirmrand unter der Riechgrube derart unter das Deckglas bringt, dass die Riechgrube frei vorschaut und hierauf das Sinnesepithel derselben mit Essigsäure betupft, so geben die Nesselkapseln nach einander los und zwar diejenigen zuerst, welche der gereizten Stelle zunächst liegen.

Wenn hierdurch einerseits die nervöse Natur der körnigen Fäden, mit denen die Cnidoblasten gewiss und das gereizte Sinnesepithel vielleicht in Kontinuität stehen, wahrscheinlich gemacht wird, so fordert diese Art der Nesselkapselentladung zu einer Betrachtung heraus, wie denn die Kapsel gesprengt wird. Wir haben hier keinen mechanisch wirkenden Cnidocil und können auch nicht einen von den Seiten auf den Cnidoblasten geübten Druck als die Ursache der Sprengung ansehen. Es scheint mir vielmehr aus dem geschilderten Thatbestande mit Nothwendigkeit zu folgern, dass der Reiz durch die Faser auf das Plasma des Cnidoblasten übertragen wird und dieses zur Kontraktion veranlasst. Denn es ist wohl eine Grundeigenschaft des noch nicht differenzirten Plasmas, sich auf Reize hin zu kontrahiren. Das Plasma des Cnidoblasten hat aber die Gestalt einer geschlossenen Röhre, und die gleichförmige Kontraktion einer solchen Röhre wird ein Überwiegen des Druckes an den Seiten der länglichen Kapsel zur Folge haben, wodurch dann der Nesselfaden hervorgepresst wird.

Diese Nesselkapseln kommen ausschließlich jenem Theile des Schirmes zu, welcher als sogenannte Deckplatte die Höhlung, in welcher der Randkörper liegt, von oben schließt. Jedenfalls dienen sie als Defensivwaffen zum Schutze der Randkörper und sind somit jenem Nesselwulste analog, welcher sich über dem Nervenring der Craspedoten hinzieht.

III. Über Nesselzellen.

Die werthvollen Untersuchungen von Hamann[1] haben unsere Kenntnis über diese eigenthümlichen mikroskopischen Waffen wesentlich gefördert. Während Wright[2], der Entdecker der Palpocils der Syncoryne, den Cnidocils ohne Weiteres die Funktion von Tastborsten zuschrieb, erhob schon Schulze[3] Bedenken gegen eine solche Deutung, und Hamann sucht nun den Nachweis zu erbringen, dass wir es bei den Nesselzellen nicht mit Sinneszellen zu thun haben. Ich glaube, dass sich wohl alle Zoologen dieser Anschauung anschließen werden. Hamann sucht nachzuweisen, dass jener centripetale Fortsatz, den Schulze (l. c.) entdeckte und den alle späteren Forscher an den Cnidoblasten ebenfalls aufgefunden haben, nichts Anderes als ein Stiel ist, der mit der Stützlamelle im direkten Zusammenhange steht und ein Umwandlungsprodukt eines Theiles des Plasmas jener Zelle darstellt, welche auch die Nesselkapsel in sich erzeugte. Er giebt an, dass dieser Stiel die gleichen optischen und chemischen Eigenschaften besitzt wie die Stützlamelle. Aus seinen sorgfältigen und auf alle Gruppen der Coelenteraten ausgedehnten Beobachtungen zieht er nun den Schluss, dass bei allen Cnidarien dem Fortsatz nur eine Stützfunktion zukommt. Diesem Induktionsschlusse kann als solchem natürlich gar keine Gewissheit zugesprochen werden und er ist auch in der That nicht richtig.

Ich habe an Isolationspräparaten von Cyanea Annaskala[4] öfters Cnidoblasten gesehen, deren centripetale Ausläufer mit Ganglienzellen der subepithelialen Schicht in Verbindung standen. Abgesehen hiervon sind diese Fortsätze nicht hyalin, sondern körnig und nicht von jenem Theile des Plasmas verschieden, welcher die Nesselkapsel umgiebt und in der Nähe des Kernes liegt. Außer diesen Nesselkapseln habe ich auch kleinere beschrieben, an denen ich keine Fortsätze nachweisen konnte und deren Entladung nicht, wie jene der großen, vom Willen des Thieres abhängt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass diesen in der That solche Stiele zukommen, wie sie Hamann beschreibt, die mir aber wegen ihrer Feinheit entgangen sind. Ich habe nämlich (l. c.) gefunden, dass die Oberfläche der Gallerte unter den Nesselwarzen Rauhigkeiten aufweist. Diese Rauhigkeiten gleichen scharfkantigen Meereswellen, und es wäre wohl möglich, dass von den vorragenden Spitzen feine Fäden abgehen, die am distalen Ende die kleinen Nesselkapseln tragen.

---

[1] O. Hamann, Über Nesselkapselzellen. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. XV.

[2] Strethill Wright, On Palpocils etc. Proceedings of the R. Phys. Society of Edingburgh. Bd. I. p. 341.

[3] F. E. Schulze, Cordylophora. p. 23.

[4] R. v. Lendenfeld, Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 480.

Für die Stiele der Nesselkapseln einer Syncoryne, welche ich genauer untersucht habe, und die sich durch ihren vierstrahligen Bau auszeichnet, kann ich die Angaben Hamann's vollkommen bestätigen. Der Stiel ist gerade hyalin und am distalen Ende becherartig erweitert.

Anders verhält es sich mit den Nesselkapseln von Medusen und Actinien, ihre Fortsätze sind körnig und ihrer Substanz nach wesentlich von der Gallerte und der Stützlamelle verschieden. Sie sind stets weich, meist gekrümmt und gleichen durchaus Plasmasträngen. Es lässt sich leicht nachweisen, dass eben so wie an den Tentakeln von Cyanea auch bei den Actinien die Entladung der Nesselkapseln vom Willen des Thieres abhängt, so dass wir annehmen müssen, dass irgend ein Mechanismus bei diesen Thieren existirt, welcher mit dem Nervensystem des Thieres in Zusammenhang ist, und dessen Wirkung darin besteht, dass er unter Umständen einen Druck auf die Nesselkapselwände ausübt. Ein solcher Mechanismus könnte innerhalb des Cnidoblast oder außerhalb desselben vorhanden sein.

Ich glaube nun, dass das erstere der Fall ist und stütze meine Ansicht auf drei Thatsachen.

Erstens haben wir in dem Cnidocil eine Bildung vor uns, welche offenbar mit dem Mechanismus zur Entladung eben so in Zusammenhang steht, wie das Nervensystem des Thieres, weil eben so eine Berührung des Cnidocils unter Umständen hinreicht die Kapsel zu sprengen, wie ein Willensimpuls des Thieres. Nun aber ist es gerade die Plasmahülle der Nesselkapsel, in welche sowohl der Cnidocil wie auch der Stiel münden, und so wird wohl auch an jenem Orte allein der Mechanismus zu suchen sein, welcher von beiden Seiten her in Bewegung gesetzt werden kann.

Es ist freilich nicht unmöglich, dass die Reizung des Cnidocils in der That als Empfindung zur Kenntnis der subepithelialen Ganglienzellen gelangt und von hier aus dann erst irgend ein anderweitiger

Mechanismus zur Entladung der Nesselkapseln in Bewegung gesetzt wird. Dies scheint mir jedoch höchst unwahrscheinlich.

Zweitens entladen sich die Nesselkapseln in dem Schirm von Crambessa mosaika auf Nervenreize hin und es wird wohl kaum anzunehmen sein, dass diese Reize die Gallerte in der Umgebung der Cnidoblasten zur Kontraktion bringen, vielmehr dass sie das Plasma des Cnidoblasten selbst zu einer entladenden Aktion veranlassen.

Drittens ist hier die bemerkenswerthe Entdeckung von Chun[1] anzuführen, welcher in der Plasmahülle der Nesselkapseln von Physalia ein Netzwerk von kontraktilen Fasern nachgewiesen hat, durch deren Zusammenziehung leicht eine Sprengung der Kapsel bewirkt werden kann. Hier finden wir an einem, wegen seiner Nesselfähigkeit berühmten Thiere, das Plasma des Cnidoblasten auf einer höheren Stufe, es hat schon Muskelfasern ausgeschieden.

In Anbetracht dieser Erwägungen möchte ich die Kontraktion der Plasmahülle als Entladungsursache der Nesselkapsel annehmen, und nicht eine Kontraktion des Stieles.

Ich habe die Besprechung der centripetalen Enden der Stiele der Nesselzellen der unter I beschriebenen Wehrthiere bis jetzt verschoben, weil sie von allgemeinerer Wichtigkeit sein dürfte. Obwohl ich nicht sicher bin, so hat es mir doch den Eindruck gemacht, als ob die Stiele, wie Hamann angiebt, sich mit der Stützlamelle verbinden und ihnen somit nur eine Stützfunktion zuzuerkennen ist, dass aber von den multipolaren Ganglienzellen feine Fäden an diesen Stielen emporziehen und sich mit dem Plasma des Cnidoblasten in Verbindung setzen (Fig. 3).

Wenn wir die morphologischen Verhältnisse der Nesselzellen mit der Beobachtung lebender Thiere im Aquarium zusammenhalten, so wird uns besonders eine Eigenthümlichkeit der sandbewohnenden Actinien auffallen: obwohl hunderte von Kapseln sich entladen, wenn ein verdauungsfähiger Körper die Cnidocils berührt, so geht doch keine einzige los, wenn Sand auf dieselben fällt. Bringt man einen eben abgerissenen Tentakel unter das Mikroskop, und sind in dem Wasser viele kleine Thiere, so kann man leicht beobachten, wie jede Berührung eines Thieres mit der Tentakeloberfläche von einem Salvenfeuer von Nesselfäden begleitet ist, während man nicht einen einzigen hervorlocken kann, wenn man einen raschen Strom erzeugt und Sandkörnchen, Deckglassplitter und dergleichen unter das Deckglas bringt.

Es scheint somit bei den Actinien vom Willen des Thieres abzuhängen, ob die Berührung des Cnidocils eine Entladung zur Folge haben soll oder nicht. Wenn man diese Erscheinung mit der Thatsache zusammenhält, dass niemals Nesselkapseln entladen werden, wenn das Thier seine Tentakeln einzieht, wenn der Druck in der Umgebung der Cnidoblasten durch die Muskelkontraktion erhöht wird und die Cnidocils andere Körpertheile berühren, so glaube ich gerechtfertigt zu sein den folgenden Vorgang bei der Entladung der Nesselkapseln als den wahrscheinlichsten anzusehen: Es besteht ein kontinuirlicher Zusammenhang zwischen dem Nervensystem und dem Plasmamantel der Nesselkapsel. Die Nesselkapsel wird durch den Druck gesprengt, welchen der Plasmamantel auf dieselbe ausübt[1]. Bei Cyanea Annaskala kommt hierzu noch ein Sternchen, welches die Haut des distalen Poles durchreißt. Bei Physalia hat das Plasma bereits Muskelfasern ausgeschieden. Die Kontraktion des Plasmamantels wird durch einen Reiz veranlasst, welcher vom Cnidocil, oder von einem solchen, der vom Nervensystem ausgeht. Außerdem kann aber vom Nervensystem aus ein Hemmungsreiz ausgehen, welcher den Cnidocilreiz, der unter gewöhnlichen Umständen die Kapsel sprengen würde, paralysirt. Es kann also das Nervensystem die Rolle eines »Hemmungscentrum« übernehmen, während die Entladung durch den Cnidocilreiz einer »Reflexbewegung« zu vergleichen ist. Wir sehen also schon hier den Anfang jenes Wechselspieles von Reflex und Hemmung, dem die neuere Psychologie eine so große Bedeutung zuschreibt.

---

[1] C. Chun, Die Natur und Wirkungsweise der Nesselzellen bei Coelenteraten. Zoologischer Anzeiger. Bd. IV. p. 646.

Wenn wir nun die Nesselzellen betrachten, so werden wir finden, dass sie sowohl den Epithelmuskelzellen, als auch den Hautdrüsenzellen zu vergleichen sind. Jedenfalls tritt in allen Fällen mit Ausnahme von Physalia die Drüsennatur in den Vordergrund, denn wir haben ein Plasmaderivat, welches nach außen abgegeben wird und somit als Sekret betrachtet werden kann, während sich gewöhnlich kein kontraktiles Plasmaderivat findet und wir doch nicht von Muskel zu reden berechtigt sind, wenn wir ein Gebilde beschreiben, welches sich zwar auf Reize hin zusammenzieht, in welchem aber noch nicht zweierlei Substanzen erkennbar sind, wo also noch keine tiefgreifende Arbeitstheilung in einen kontraktilen und in einen plasmatischen Theil eingetreten ist.

Abgesehen hiervon aber spricht die doppelseitige Reizbarkeit der

---

[1] Ich befinde mich hierin im Einklange mit Chun (l. c).

Cnidoblasten dafür, dass es auch »Neuromuskelzellen« geben kann, die sich neben Sinnesorganen und Ganglienzellen finden, eine Anschauung, die von Claus, Gebr. Hertwig und mir bekämpft wird. Die Cnidoblasten sind aber so eigenthümliche Gebilde, dass wohl kaum ein Schluss von diesen auf Epithelmuskelzellen gestattet sein dürfte, so dass die Neuromuskeltheorie dadurch kaum gestützt werden kann.

Besonders wird die Drüsennatur der Cnidoblasten wahrscheinlich, wenn wir eine Homologie zwischen Klebekörnchen und Nesselkapseln annehmen. Und ich möchte daher die Cnidoblasten als einzellige Hautdrüsen betrachten.

North Brighton bei Melbourne, im Oktober 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII.

Die Buchstaben bedeuten Zeiss'sche Systeme.

Fig. 1. Wehrthier einer Plumularia im optischen Längsschnitt, halb entfaltet (F. Oc. 2). Nach dem Leben.

Ent, Entoderm des Zweiges;
Ent', Entodermachse des Wehrpolypen;
M, subepitheliale Muskeln;
M', Muskeln, welche den centripetalen Ausläufern der Cnidoblasten anliegen;
G, Ganglienzellen;
N, Nesselkapseln.

Fig. 2. Muskeln von der Stützlamelle eines Wehrthieres von einer Plumularia (L. Oc. 1). Osmium-Essigsäure-Isolationspräparat.

z, Muskelkörperchen.

Fig. 3. Theil des Köpfchens in Figur 1 stärker vergrößert (L. Oc. 1). Nach sanfter Quetschung.

M, Muskelfasern;
N, Nesselkapsel;
St, Stützzelle;
Si, Sinneszelle (?);
G, Ganglienzelle.

Fig. 4. Ein Nährthier mit den dazu gehörigen fünf Machopolypen einer Aglaophenia (A. parvula Bale?) (A. Oc. 1). Im Begriffe eine Zoëa zu fangen, nach dem Leben.

A, unterständige paarige Wehrpolypen (Klebethiere);
B, oberständige paarige Wehrpolypen (zusammengesetzte Wehrthiere);
C, unpaarer oberständiger Machopolyp (Klebethier).

Fig. 5. Längsschnitt durch das Köpfchen eines Klebethieres derselben Aglaophenia (L. Oc. 1). Mikrotomschnitt durch ein Osmiumsäure-Alaunkarmin-Präparat.

Si, Sinneszellen;
K, Klebekörner.

Fig. 6. Wehrthiere derselben Aglaophenia (Klebethier) (D. 1). Nach dem Leben.

Ent, Entodermachse;
K, Klebekörnchen.

Fig. 7. Nesselkapsel aus der Deckplatte am Schirm von Crambessa mosaika (L. 1). Nach Einwirkung von Essigsäure.

Über Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen.

Von

Dr. August Gruber,

Docenten der Zoologie in Freiburg i. B.

Mit Tafel XIX.

Unter den Protozoen zeichnen sich bekanntlich sehr viele durch den Besitz mehr oder weniger zahlreicher Kerne aus, die entsprechend dem Wachsthum des Thieres auch an Menge zunehmen sollen. Solche Formen finden wir unter den Rhizopoden (z. B. manche Amöben und Thalamophoren), Heliozoen (Actinosphaerium), Radiolarien und Infusorien (Opalina, Loxodes rostrum und eine noch unbestimmte Oxytrichine, die ich im hiesigen Seewasseraquarium gefunden[1]).

Was die Art und Weise betrifft, in welcher sich bei diesen vielkernigen Thieren die Kerne vermehren, wie sie entstehen, ob durch einfache, sich fortsetzende Theilung eines primären Nucleus oder etwa durch freie Kernbildung, ist bisher noch nicht sicher gestellt gewesen.

Die Einschnürung mit nachherigem Zerfall in zwei Hälften ist, so viel ich weiß, einzig und allein von Zeller[2] bei Opalina beschrieben worden; bei Rhizopoden und Heliozoen ist von Theilungserscheinungen bei den betreffenden Arten gar nichts bekannt. So sagt Bütschli in Bronn's »Klassen und Ordnungen«[3] pag. 284: »Obgleich in dem an Kernen so reichen Actinosphaerium, von dem es erwiesen ist, dass die Zahl seiner Kerne, vom einkernigen Zustand ausgehend, mit zunehmender Größe sich successive vermehrt, ein sehr geeignetes Objekt für das Studium der Kernvermehrung vorzuliegen scheint, ist es bis jetzt bei dieser Form doch nicht geglückt, den Process der Kernvermehrung zu erforschen.«

---

[1] Ich werde demnächst Gelegenheit haben, noch eine Reihe vielkerniger Infusorien zu beschreiben.

[2] Untersuchungen über die Fortpflanzung und Entwicklung der in unseren Batrachiern schmarotzenden Opalinen. Diese Zeitschr. Bd. XXIX.

[3] Bronn, Klassen und Ordn. des Thierreichs. Protozoa (Bütschli). Leipzig.

Ich bin nach längeren Untersuchungen auf diesem Gebiete in der Lage, einige Beiträge zur Erläuterung dieser Verhältnisse zu liefern.

Als Untersuchungsobjekte haben mir vornehmlich gedient: eine große Amoeba, die ich nach den schönen Abbildungen und der Beschreibung LEIDY's[1] als Amoeba proteus bezeichnen muss, dem Synonym von A. princeps, und zweitens das Actinosphaerium Eichhornii. Ich werde zunächst mit den Beobachtungen beginnen, welche ich an Actinosphaerium angestellt, und zwar will ich hier, wie nachher bei Amoeba proteus, zuerst die Verhältnisse nur so beschreiben, wie sie sich nach der Präparation darstellten, und erst am Schluss jeden Abschnittes etwaige Folgerungen besprechen.

Zuletzt habe ich noch über eigenthümliche Vorgänge am Kern einer kleinen, nicht näher bestimmten Amöbenart zu berichten, welche sich wahrscheinlich auf eine Kerntheilung zurückführen lassen.

Die zu den Untersuchungen verwandten Rhizopoden und Heliozoen stammen alle aus einem größeren Aquarium, das auf dem hiesigen zoologischen Institut sich befindet, und in welches von Zeit zu Zeit Wasser mit Thieren und Pflanzen aus der Umgegend geschüttet wird.

Was die Untersuchungsmethoden betrifft, so waren es dieselben, die ich schon in meiner letzten Arbeit[2] besprochen und die darauf beruhen, die Objekte unter dem Deckglas rasch zu tödten, zu färben und zu konserviren.

Für die Actinosphärien eignete sich am besten die Chromsäure in etwa zweiprocentiger Lösung; Alcohol absolutus kann beim Tödten nicht angewandt werden, denn bei dessen Zutritt entsteht ein Strudel in dem innerhalb des Actinosphaeriums befindlichen Wasser, so dass die Protoplasmamaschen zerreißen und das Ganze zerfließt. Dagegen eignet sich der absolute Alkohol um so besser, um die Amöben plötzlich erstarren zu machen. Sie erhalten sich gewöhnlich aufs schönste mit den Pseudopodien und färben sich nachher vorzüglich. Zur Tinktion verwandte ich die WEIGERT'sche Pikrokarminlösung. Es empfiehlt sich, die Präparate mit schwachem Alkohol auszuwaschen und nicht mit Wasser, da letzteres wieder eine Quellung verursacht. Nachher wird selbstverständlich absoluter Alkohol, dann Nelkenöl und schließlich Kanadabalsam unter das Deckglas gebracht.

---

[1] LEIDY, Freshwater Rhizopods of North-America. Un. St. geologic. survey of the Territories. Vol. XII. 1879. (Washington.)

[2] Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII.

Beobachtungen an Actinosphaerium Eichhornii.

Mehrere Wochen hindurch untersuchte ich große und kleine Exemplare von Actinosphaerium Eichhornii, um über die Kernvermehrung ins Klare zu kommen. Aber es ging mir Anfangs wie allen anderen Beobachtern dieses Heliozoons — keine Andeutung von Kerntheilung wollte sich zeigen, obgleich mir gewiss weit über tausend Kerne vorlagen. Alle zeigten den gleichen Bau, eine deutliche Kernhülle, ein im Leben stark lichtbrechendes, im Präparat körnig erscheinendes Kernplasma, in welchem Kernkörperchen in wechselnder Zahl eingeschlossen lagen. Letztere waren nicht nur am gefärbten Präparat, sondern auch am lebenden Nucleus ganz deutlich zu sehen (Fig. 6).

Nachdem ich so lange vergeblich nach Theilungsstadien gesucht, neigte ich eher zu der Ansicht, die Kerne des Actinosphaerium möchten frei entstehen; denn erstens stand, meiner Meinung nach, theoretisch einer solchen Annahme nichts im Wege, indem doch irgend wo unter den Protozoen freie Kernbildung einmal stattgefunden hat, also auch noch stattfinden kann, und zweitens lagen mir drei Präparate vor, die in diesem Sinne gedeutet werden konnten: Eines davon habe ich in Fig. 2 wiedergegeben und zwar habe ich der Einfachheit halber nur einen Theil des Heliozoons gezeichnet und an diesem die Protoplasmamaschen nur angedeutet. Dagegen sind die Kerne genau nach der Natur eingetragen, und man bemerkt neben einer Anzahl ziemlich blasser, aber sonst normaler Kerne kleinere Körper, welche sich in derselben Intensität gefärbt haben wie die Nucleoli und welche von einer deutlichen Membran durch einen gar nicht oder kaum gefärbten Hof getrennt sind (vgl. auch Fig. 5 *a*).

Diese Körper sehen ganz aus wie die Kerne von Actinosphaerium mit nur einem Nucleolus, die von verschiedenen Forschern beschrieben und abgebildet worden sind, die ich selbst aber sonst nicht gefunden habe. Da nun die fraglichen Körperchen viel kleiner sind als die normalen Kerne, so lag die Vermuthung nahe, es möchten dieselben auf andere Weise als durch Theilung gewöhnlicher Nuclei entstanden sein — vielleicht frei im Protoplasma des Heliozoons. Entscheiden konnte ich die Frage aber nicht, denn ich fand keine weiteren, noch früheren Wachsthumsstadien.

Wohl aber gab mir ein anderes Präparat die volle Sicherheit, dass jene Körper wirklich Kerne seien und dass aus ihnen die multinucleolären hervorgingen, denn neben Formen, wie wir sie eben auf Fig. 2 gesehen, finden sich hier andere, wo der gefärbte Theil größer geworden und fast den ganzen von der Membran umschlossenen Raum erfüllt und von da alle Übergänge zum fertigen Kerne. Ein Theil dieses Actinosphaeriums ist auf Fig. 3 dargestellt, und auch hier sind die Kerne genau mit der Camera lucida nach dem Kanadapräparat entworfen. Ein junger Kern mit ganz homogenem Körper ist auf dem gewählten Stück nicht vorhanden, doch waren anders wo deren mehrere zu finden, und ich habe einen davon bei stärkerer Vergrößerung auf der Fig. 5 abgebildet. Hier finden sich auch die vorhin genannten Übergänge deutlicher dargestellt. Man sieht in Fig. 5 *b* wie die helle Zone um den gefärbten Theil des Kerns nur noch ganz schmal ist und wie in letzterem allerlei Körnchen sich gebildet haben, welche je nach der Einstellung des Tubus bald hell, bald dunkel erscheinen.

Im nächsten Stadium (Fig. 5 *c*) ist von dem hellen Hof fast nichts mehr zu sehen und im Inneren treten einige Körner vor den anderen durch stärkere Färbung hervor. Dies ist noch mehr der Fall bei dem in Fig. 5 *d* gezeichneten Kern, wo das gefärbte Kernplasma der Membran dicht anliegt, und wo die genannten Körner sich schon deutlich als Nucleoli dokumentiren. Von hier führen dann nur durch den Umfang unterschiedene Stadien (Fig. 5 *e*) zum gewöhnlichen Nucleus hin.

Außer in den beiden näher beschriebenen Individuen fand ich solche Entwicklungszustände der Kerne noch in zwei anderen Exemplaren. Hier wie dort war es immer die überwiegende Anzahl der Kerne, welche in Entwicklung begriffen war.

Der eben dargestellte Übergang kleiner mononucleolären in die großen polynucleolären Kerne machte mir, wie gesagt, die freie Entstehung der ersteren wahrscheinlich, doch wurde die Annahme wieder umgestoßen und zwar dadurch, dass ich schließlich doch noch einen Theilungsvorgang an den Actinosphärienkernen beobachtete.

Ein einziges kleines Exemplar ist es, welches mir Aufschluss über die Theilung der Kerne gegeben hat; es ist bis jetzt auch das einzige geblieben, so sehr ich in dem schließlich zur Neige gehenden Material nach einem zweiten günstigen Individuum gesucht. Glücklicherweise waren es 12 Kerne, welche in Theilung begriffen waren, und, was noch günstiger ist, es befanden sich nicht alle auf demselben Stadium.

In Fig. 1 ist das ganze Heliozoon dargestellt, wie es in meinem Kanadabalsam-Präparat erhalten ist, und in Fig. 4 die Reihe der in Theilung begriffenen Kerne bei stärkerer Vergrößerung. Zunächst bemerkt man, dass die sich theilenden Nuclei viel heller erscheinen als die normalen, und dass die dunkler gefärbte granulirte Grundsubstanz des normalen Kerns (Fig. 6) scheinbar nicht vorhanden ist. Dagegen zeigen sich in ihnen zwei dunkle Streifen von derselben Tinktionsstärke, wie die Nucleoli der anderen Kerne. In einem Kern ist nur ein solches Band zu bemerken (Fig. 4 *i*).

Die Streifen sind theils näher, theils weiter von einander gerückt, und in letzterem Falle wird ersichtlich, dass sie das körnige, tingirbare Kernplasma zwischen sich fassen (Fig. 4 *d*), das aber immerhin heller ist als dasjenige des normalen Kernes. Zwei dieser Nuclei (Fig. 4 *f*, *g*) zeigen dies besonders deutlich und bei ihnen bemerkt man auch in der Mitte der von den beiden dunkeln Bändern eingeschlossenen Masse eine deutliche äquatoriale Linie, die in Fig. 4 *g* von Körnchen gebildet erscheint, in Fig. 4 *f* dagegen kaum wahrzunehmen ist. An letzterem Kerne dagegen fällt uns etwas Anderes auf, nämlich die Anordnung der Körnchen in parallele Streifen, die von einem der dunklen Bänder zum andern verlaufen.

Was schließlich den Kern betrifft, der nur ein stark gefärbtes, seinem Durchmesser entsprechend verlaufendes Band besitzt, so ist an ihm die ovale Gestalt auffallend und der Umstand, dass jenes Band jederseits von einem hellroth gefärbten Saum eingefasst wird.

So weit die Thatsachen, wie ich sie mit starken HARTNACK'schen und SEIBERT'schen Systemen habe feststellen können (HARTNACK 9 u. Wasserimmersion 12; SEIBERT, homogene Immersion $^1/_{12}$). Was nun deren Deutung betrifft, so mag es gewagt erscheinen, nach den wenigen vorliegenden Stadien den Verlauf der Kerntheilung erklären zu wollen. Ich werde es aber doch versuchen, denn einerseits scheint mir der Gang des Processes ziemlich deutlich vorgezeichnet und andererseits ist es zu ungewiss, wann mir oder einem anderen Beobachter das Glück wieder ein Actinosphaerium in diesem Zustande zuführt.

Der Umstand, dass die Erscheinung der Kerntheilung eine so schwer zu beobachtende ist, scheint mir darauf hinzuweisen, dass dieselbe ungemein rasch verläuft und die charakteristischen Merkmale der Theilung sehr schnell wieder verwischt werden.

Der Vorgang ist — wie ich glaube — folgender: In dem zur Theilung sich anschickenden multinucleolären Kerne fangen zunächst die Kernkörperchen an, sich in zwei Glieder zu ordnen (Fig. 4 *a*), bis sie schließlich zwei dem Durchmesser des Kerns parallele Reihen bilden (Fig. 4 *b*). In Letzteren verschmelzen dann die einzelnen Nucleoli, so dass zwei homogene Bänder daraus entstehen (Fig. 4 *c*). Die übrige tingirbare Substanz des Kerns und die Körnchen ziehen sich von der Kernmembran zurück und vereinigen sich um und zwischen den genannten Bändern; doch scheint die schwache Färbung dieser Zustände auf eine Abnahme der Substanz hinzudeuten; wie dieselbe zu denken ist, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen; vielleicht wird sie theilweise in die beiden Nucleolenbänder aufgenommen.

Letztere rücken dann immer weiter aus einander (Fig. 4 *d*) und die zwischen ihnen gelegenen Körner ordnen sich dabei in parallelen Streifen an (Fig. 4 *f*), im Äquator des länglich ovalen Kernes wird eine Linie bemerkbar, die durch Körner jener vorhin genannten Streifen gebildet wird (Fig. 4 *g*). Diese Linie wird, was ich nicht beweisen kann, sondern nur vermuthe, zur Scheidewand zwischen den Hälften des sich theilenden Kernes, also zur Kernmembran der beiden Tochterkerne. Ist die Trennung derselben erfolgt, so kann jeder Nucleus nur noch ein Band aus Nucleolensubstanz enthalten, um welches noch etwas tinktionsfähiges Nucleoplasma angelagert liegt. Einen solchen Tochterkern sehen wir vielleicht in Fig. 4 *i* vor uns, wo ein einziger dunkelrother Streifen vorhanden ist, der zu beiden Seiten von einem heller gefärbten fein gestreiften Saum eingefasst wird. Ich bemerke aber, dass andere der Zweitheilung nahe Kerne auf diesem Präparat eher erwarten lassen, dass in den Tochterkernen kurze und breite Massen dunkel gefärbter Substanz zu finden sein werden (vgl. Fig. 4 *h*).

Was nun die Umwandlung des letztgenannten Stadiums zur definitiven Form betrifft, so lassen sich hier wohl die Anfangs geschilderten Entwicklungszustände der Figuren 2 u. 3 anschließen. Danach würde sich die gesammte gefärbte Substanz zu einer Scheibe oder Kugel, scheinbar einem großen Nucleolus zusammenziehen, während der übrige Theil des Kernes ungefärbt erschiene (Fig. 5 *a*). Daraus entwickelte sich dann in der oben angegebenen Weise der definitive Nucleus, d. h. die mittlere Masse wächst der Kernmembran entgegen, der ganze Kern nimmt an Ausdehnung zu, der gefärbte Theil wird körnig (Fig. 5 *b*), einzelne Körner treten besonders hervor, werden zu den Kernkörperchen, die sich scharf von der übrigen Masse des Kernplasmas unterscheiden und der normale Kern ist fertig (Fig. 5 *c*, *d*, *e*).

Dass nun wirklich die kleinen mononucleolären Kerne (Fig. 5 *a*) aus einem Theilungsvorgange hervorgegangen sind, ist wie gesagt nicht direkt zu erweisen, da ich sie nicht in demselben Exemplar mit den sich theilenden Nuclei gefunden habe. Aber man wird mir zugeben, dass die Annahme, es existire ein solcher Zusammenhang, eine sehr wahrscheinliche ist, jedenfalls eben so wahrscheinlich als diejenige, welche besagte Kerne frei im Protoplasma des Heliozoons entstehen ließe. — Der ganze eben geschilderte Theilungsvorgang ist, so viel wird man aus diesen Beobachtungen entnehmen können, auffallend genug und wie ich glaube, abweichend von allen bekannten Theilungsformen thierischer und pflanzlicher Zellkerne, welche erst kürzlich eine eingehende Berücksichtigung und Zusammenfassung in den vorzüglichen Arbeiten Strassburger's[1] und Flemming's[2] gefunden haben.

Was zunächst den ruhenden Kern des Actinosphaeriums betrifft, so fand ich dessen Substanz nach Anwendung der Reagentien fein granulirt, während ich von feinen Linien, von Gerüstfäden weder hier noch in dem sich theilenden Kern etwas gewahr wurde.

Die Granulation könnte wohl auf die Wirkung der Reagentien (Chromsäure) zurückzuführen sein, denn am lebenden Nucleus ist sie nicht zu sehen und Flemming giebt ausdrücklich an (a. a. O. p. 176), dass sich sehr oft ein feinkörniger Bau an Kernen beobachten lasse, welche mit Chrom-Pikrin-Osmiumsäure oder Alkohol behandelt worden waren. Er hält sie für Gerinnungen im Kernsaft und unterscheidet sie von den einzelnen gröberen Gerinnungen (Körner oder Bälkchen), welche im Kernsaft entstehen können, und sich vorzugsweise den Gerüstfäden anschmiegen. Gröbere Körner treten nun auch beim Actinosphaeriumkerne auf, aber erst während der Theilung, und zwar sahen wir sie zwischen den Nucleolenbändern und nachher im Tochterkern, wo unter ihnen allmählich die neuen Kernkörperchen zum Vorschein kamen. Wenn wir also auch die feine Granulation auf Gerinnung zurückführen können, so ist das bei den gröberen Körnern nicht der Fall.

Der Mangel des Kerngerüstes beim Actinosphaeriumkerne ist durch den Befund an meinem Präparat natürlich nicht bewiesen; denn einmal könnte die Behandlung (Chromsäure, Alkohol, Pikrokarmin) nicht geeignet gewesen sein dasselbe hervortreten zu lassen, oder das Gerüst könnte so fein sein, dass es mit den angewandten Objektiven (Hartnack 12, Wasserimmersion; Seibert $^1/_{12}$, homogene Immersion) nicht zur Anschauung gebracht werden kann. Doch ist mir die Anwesenheit eines Gerüstes sehr unwahrscheinlich, und dies gilt besonders für die chromatischen Fäden, denn die Rolle, welche diese bei der Kerntheilung zu spielen haben, wird hier lediglich von den Nucleolen übernommen. Es ist dies ein sehr merkwürdiges Verhältnis, um so mehr, als wir wissen, dass sonst bei der Kerntheilung die Kernkörperchen verschwinden und in dem Kerngerüste aufgehen. Bei Actinosphaerium scheint mir im Gegentheil — und ich habe dies schon oben angedeutet —, dass Theile der sich färbenden Kernsubstanz während der Theilung in die Nucleolensubstanz aufgenommen werden und diese an Masse vermehren. Wie sind solche Gegensätze zu vereinigen? Ich glaube in der Weise, dass man annimmt, chromatisches Kerngerüst und Nucleolen bestehen aus derselben Substanz und seien nur verschiedene Formen, in welchen dieselbe angeordnet ist. Was für einen Grund die Verschiedenheit der Anordnung hat, wissen wir nicht. Nucleolen und chromatisches Kerngerüst sind die wesentlichen Träger des Chromatins; dasselbe kann zum allergrößten Theil in den Fäden abgelagert sein und zum kleinsten in den Kernkörperchen — so in den meisten thierischen und pflanzlichen Zellen; darauf folgen die wenigen Fälle (z. B. Spirogyra), wo die Hauptmasse des Chromatins in den sehr großen Nucleolen enthalten ist und schließlich Kerne wie die von Actinosphaerium, wo die geformten Träger des Chromatins einzig und allein die Nucleolen sind.

---

[1] Strassburger, Über den Bau und das Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882. — Über d. Theilungsvorg. der Zellkerne und das Verh. der Kern- und Zelltheilung. Bonn 1882.

[2] Flemming, Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. Leipzig 1882.

Die chromatische Substanz ist die wichtigste im Kern und es kommt bei der Theilung darauf an, dass dieselbe auf die Tochterkerne im richtigen Maße vertheilt werde. Das geschieht nun bei den meisten Kernen pflanzlicher und thierischer Zellen in der Weise, dass der Gerüstfaden, in welchem das Chromatin enthalten ist, und in welchen auch das der meist unregelmäßig zerstreuten Nucleoli aufgenommen wird, in gleiche Theile zerfällt wird. Diese einzelnen, unter sich gleich langen Bruchstücke des Gerüstes folgen nun zunächst einer Anziehungskraft, welche vom Äquator des Kernes her auf sie wirkt. Durch diesen Zug werden sie im Winkel gebogen und mit dem Knie voran gegen den Äquator gezogen. Haben sie sich hier — in der Äquatorial- oder Kernplatte — regelmäßig und zu gleichen Theilen geordnet, so beginnt eine andere Anziehung sie zu beeinflussen, nämlich eine solche, welche von den beiden Polen ausgeht, und folglich rücken die Bestandtheile der Äquatorialplatte, im Äquator sich trennend, die einen nach diesem, die anderen nach dem anderen Pol, die Spitze des Winkels, dem Zuge folgend, nach diesen Polen gerichtet. Damit ist die gleichmäßige Vertheilung des Chromatins bewirkt. Beim Actinosphaeriumkerne, wo statt des Gerüstes die Nucleoli fungiren, werden diese zuerst dem Äquator oder dem äquatorialen Durchmesser des Kernes entgegengezogen, auch sie ordnen sich hier in zwei gleiche Reihen links und rechts vom Äquator und verschmelzen jederseits zu zwei gleichwerthigen Platten, in welche wohl auch das übrige Chromatin des Kernes aufgenommen wird. Für sie ist der Ausdruck Kernplatten äußerst zutreffend, denn sie stellen ja homogene Massen dar. Auch diese Kernplatten folgen dann in toto der von den Polen her wirkenden Anziehungskraft und rücken immer weiter aus einander, so dass schließlich die Theilung des Kernes erfolgen kann. Wie oben schon bemerkt, konnte ich beim Auseinanderweichen der Kernplatten einer eigentlichen Kernspindel aus achromatischer Substanz nicht gewahr werden, von welcher Strassburger im Gegensatz zu Flemming annimmt, dass dieselbe aus dem Plasma der Zelle (Cytoplasma) eingewandert sei. Eine Streifung zwischen den Kernplatten ist vorhanden, doch wird dieselbe offenbar durch die Anordnung kleiner blasser Körnchen hervorgerufen (Fig. 4 *f*). Es ist nicht undenkbar, dass diese Granulationen die achromatische Substanz darstellen, welche dann hier entsprechend der chromatischen nicht in Faden- sondern in Körnergestalt abgelagert wäre. Diesen Streifen eine bestimmte Funktion zuzuweisen, ähnlich den Fasern der Kernspindel, an welchen die Elemente der Kernplatte entlang gleiten sollen, wäre nach den vorliegenden Präparaten nicht wohl möglich. Was die Veränderungen in den Tochterkernen betrifft, so hat man sich dieselben wohl so zu erklären, dass die Substanz der Kernplatte sich allmählich wieder in zwei Theile scheidet, in das diffus im Kernsaft verbreitete und das in den Nucleoli koncentrirte Chromatin, wie das die Fig. 4 *b*—*e* veranschaulichen.

Haben wir bisher der hervorragenden Rolle gedacht, welche die Kernkörperchen des Actinosphaeriumkernes beim Theilungsvorgang zu spielen haben, so ist zunächst noch einer weiteren Abweichung von der Regel zu erwähnen. Während nämlich sonst bei der indirekten Kerntheilung die Membran des Kernes sich auflöst, bleibt sie hier die ganze Zeit hindurch erhalten. Es scheint mir dadurch ein Eindringen von umgebendem Zellplasma behufs direkter Betheiligung an dem Theilungsprocesse ausgeschlossen, wenn auch immerhin eine Diffusion durch die Kernmembran nicht ganz unmöglich wäre. Bei der gewöhnlichen Zelltheilung ist wohl die Auflösung der Kernhülle dadurch geboten, dass die beiden Kernhälften sehr weit aus einander rücken müssen, ehe die Theilung der Zelle erfolgt, während das hier, wo der Kerntheilung keine Zelltheilung nachgeht, nicht nöthig ist.

Es führt uns dies schließlich noch auf eine nicht zum Wenigsten auffallende Erscheinung am sich theilenden Actinosphaeriumkern, nämlich das Auftreten einer Zellplatte. Als solche, d. h. als Analogon einer solchen muss ich die Demarkationslinie ansehen, welche im Äquator zwischen den aus einander weichenden Kernplatten zu bemerken ist; denn auch sie wird von deutlichen central gelegenen Körnchen gebildet, entsprechend denen, die sonst den Verlauf der Spindelfasern unterbrechen.

Nun ist aber bekannt, dass eine eigentliche Kernplatte bei Thieren nicht vorkommt, wo ja die Zellen keine feste Membran besitzen und sich durch allmähliche Einschnürung trennen. Die einzige sichere Ausnahme ist bei der Kerntheilung der Dicyemiden von van Beneden[1] beschrieben worden, wo eine deutliche Zellplatte zu bemerken ist. Seine Hauptrolle spielt dieses Gebilde bekanntlich bei den Pflanzen, wo es nicht nur die Stelle der späteren Abtrennung der beiden Zellhälften bezeichnet, sondern wo in ihr die neuen Zellwände entstehen, nach deren Bildung die Abspaltung erfolgt.

---

[1] E. van Beneden, Recherches sur les Dicyemides. Bruxelles 1876.

Ähnlich könnte der Vorgang also auch hier gedacht werden, aber mit dem großen Unterschiede, dass dadurch nicht eine Grenze für zwei Tochterzellen, sondern eine solche für die Tochterkerne erzeugt würde. Demnach hätte in diesem Punkte der Theilungsvorgang des Actinosphaeriumkernes Ähnlichkeit mit dem einer Zelltheilung und insbesondere einer Theilung bei pflanzlichen Zellen.

Nach den bisherigen Ausführungen wird man mir zugeben, dass die karyokinetischen Processe beim Actinosphaerium vieles Interessante aufweisen, und man wird mit mir bedauern, dass dieses Heliozoon so selten in dem gewünschten Zustande aufgefunden werden kann[1].

Was die Frage nach dem Einfluss des Zellplasmas auf den Kern betrifft, so sind unter Anderem die mehrkernigen Zellen als Beleg angeführt worden dafür, dass ein solcher existire, und zwar desshalb, weil die Theilung in allen Kernen zugleich erfolge. Hier können wir dies nicht konstatiren, denn wenn auch eine bedeutende Anzahl von Kernen gleichzeitig in Theilung gefunden wird, so sind doch neben ihnen auch noch eine Menge ruhender Zellen gelegen, sie stehen also nicht alle unter einem gleichmäßig wirkenden Einfluss.

Ich erwähne schließlich noch, dass ein Actinosphaerium auch auf andere Weise die Zahl seiner Kerne vermehren kann und zwar durch Aufnahme von Splittern anderer Individuen, in welchen sich Kerne befinden. Ich habe kürzlich über derartige Verschmelzungserscheinungen bei Actinophrys sol ausführlich berichtet[2] und kann nun hinzufügen, dass dieselben ganz eben so bei Actinosphaerium vorkommen, nur mit dem Unterschiede, dass hier derartige Splitter meistens einige der zahlreichen Kerne enthalten. Ich fand ein Actinosphaerium, welches eben im Begriffe war, ein Bruchstück aufzunehmen. Es wurde sofort getödtet und gefärbt, wobei sich zeigte, dass in jenem Stück zwei Kerne enthalten waren, die also, in das Innere aufgenommen, die Zahl der schon vorhandenen vermehrt hätten (vgl. Fig. 7). Ein anderes Mal gelang es mir, einem Actinosphaerium einen Splitter künstlich zuzuleiten; derselbe wurde sofort von den Pseudopodien ergriffen, herangezogen und begann zu verschmelzen. Bei der Präparation stellte sich heraus, dass es ebenfalls zwei Kerne hatte.

---

[1] Die Größe der Kerne wechselt in den Präparaten öfters, wahrscheinlich durch verschieden starke Kontraktion.

[2] Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII.

Während also bei Actinophrys durch dieses sonderbare Aufsammeln von Bruchstücken anderer Individuen nur eine Massenzunahme der Sarkode stattfand, wird hier auch zugleich die Kernsubstanz durch Aufnahme geformter Nuclei vermehrt.

Beobachtungen an Amoeba proteus.

Bei der Untersuchung der Amoeba proteus ging es mir ganz ähnlich wie bei dem Actinosphaerium: ich machte Präparate über Präparate und durchmusterte unzählige Kerne, ohne je eine Spur von Theilungserscheinungen daran wahrnehmen zu können, bis ich endlich ein Individuum erhielt, in dem einige Kerne in Theilung begriffen waren.

Dieses Exemplar, das bis jetzt das einzige seiner Art geblieben, ist in Fig. 9 nach dem Dauerpräparat abgebildet. Wir sehen in ihm 24 Kerne — drei oder vier sind absichtlich weggelassen worden, weil sie von anderen zum größten Theil verdeckt wurden — und unter denselben sind vier im Begriffe sich zu theilen.

Bevor wir die Art und Weise, in welcher dies geschieht, näher untersuchen, sei Einiges über den Bau des ruhenden Kerns gesagt: Derselbe ist am lebenden Thiere kaum als schwacher Hauch zu sehen, und die vielen stark lichtbrechenden Kügelchen, die man fast regelmäßig in dieser Amöbe findet, sind nicht die Nuclei, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Wirkung der Reagentien mittels des Mikroskops verfolgt. Es treten nämlich beim Zutritt des Alkohols oder der Chromsäure die Nuclei in ihrer charakteristischen Gestalt hervor und nehmen später auch am raschesten den Farbstoff auf, während jene Kugeln im Nelkenöl gewöhnlich ganz verschwinden.

Bei besonders blassen Exemplaren, d. h. solchen, wo die Menge der stets vorhandenen Körner und Krystalle eine geringere ist, gelingt es mit starken Vergrößerungen auch am lebenden Kern ganz gut, über dessen Zusammensetzung ins Klare zu kommen. Eine Untersuchung des frischen Kernes und die direkte Beobachtung der Einwirkung der Reagentien ist auch unumgänglich nöthig, um das Bild zu verstehen, welches das Präparat giebt.

Man unterscheidet am lebenden Kerne der Amoeba proteus (Fig. 9 *a*) zu äußerst eine sehr feine, aber deutliche Kernmembran; auf diese folgt, nur durch einen ganz unbedeutenden Zwischenraum von ihr getrennt, eine periphere Lage dicht an einander gedrängter Körnchen, die ziemlich starkes Lichtbrechungsvermögen besitzen. Dieser Körnchenkranz — im optischen Schnitte gedacht — ist es, was zuerst in die

Augen fällt. Der centrale Theil des Kernes wird von einer auch ziemlich stark lichtbrechenden Masse erfüllt, die körnig erscheint, über deren feineren Bau und deren Ausdehnung man nicht ganz ins Klare kommen kann. So sieht man nicht genau, ob dieselbe den ganzen Raum innerhalb der Körnchenlage ausfüllt, oder ob noch ein Saum zwischen ihr und dieser frei bleibt, beziehungsweise von einer ihr ungleichen Substanz erfüllt wird.

Wird nun absoluter Alkohol, Chrom- oder Essigsäure zugesetzt, so zieht sich das Kernplasma rasch von der Kernmembran zurück, bei Alkoholbehandlung macht es sogar den Eindruck, als würde letztere etwas aufgebläht. Dadurch entsteht nach der Tinktion ein ungefärbter weiter Hof um die tingirten Bestandtheile des Kernes (Fig. 9). Diese zerfallen ganz deutlich in eine dunkle Rindenschicht, die Körnchenzone des frischen Kernes, in einen darauf folgenden schmalen Saum von hellem Kernsaft und einer centralen Masse, welche gerade so intensiv gefärbt ist, wie die Rindenschicht, und die wir wohl als Nucleolus bezeichnen können[1].

Was nun die in Theilung begriffenen Nuclei in Fig. 9 betrifft, so sehen wir zunächst einen (links unten), bei dem der Nucleolus in zwei Stücke zerfallen ist und eine feine Linie den ganzen Kern im Durchmesser halbirt; der Umriss ist noch fast kreisförmig, aber bedeutend größer als beim ruhenden Kerne. Ein anderer Nucleus (links oben) ist im Äquator etwas eingeschnürt, die centrale Demarkationslinie ist deutlicher und die zwei Hälften des Nucleolus liegen weiter aus einander. Dasselbe Verhältnis, nur etwas ausgeprägter, zeigt sich an einem dritten etwa in der Mitte gelegenen Kerne, während ein vierter (rechts) in zwei Hälften zerlegt ist, die im Äquator ein wenig aus einander klaffen.

Der Verlauf der Kerntheilung wird also wohl folgender sein: Zuerst zerfällt der Nucleolus in zwei gleich große Theile, welche Anfangs noch nahe zusammenstoßen, dann aber weiter aus einander rücken. Zwischen denselben, also im Äquator des Kerns, tritt eine Linie auf, in welcher sich die neue Rindenschicht für die Tochterkerne ablagert. An dieser Stelle wird der Zusammenhang locker, an der Peripherie trennen sich die Rindenzonen der Tochterkerne bereits, während sie im centralen Theil noch zusammenhängen um sich schließlich ganz von einander loszulösen. Wie man an der durch die Reagentien abgehobenen

---

[1] BÜTSCHLI (Studien etc. Verhandlg. der SENCKENBERG'schen naturf. Ges. Bd. X) zeichnet einen Kern von Amoëba princeps (= proteus), an dem die Essigsäurewirkung, wie es scheint, den Nucleolus nicht hat hervortreten lassen; denn er gleicht viel mehr einem Kern im frischen Zustande.

Membran bemerkt, ist dieselbe noch nicht in Mitleidenschaft gezogen, denn sie ist noch vollkommen rund. Es scheint demnach, als ob sie erst sehr spät sich einschnüre und zur Vollendung der Tochterkerne führe, gerade so, wie wir das bei Actinosphaerium gesehen haben.

Ehe ich zur Vergleichung dieses Theilungsvorganges mit anderen schreite, muss ich zunächst eines Einwandes gedenken, den man hier machen könnte, wonach es sich nämlich um gar keine Theilung, sondern um eine Kernverschmelzung handele.

Man wird mir zugeben, dass diese Annahme wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, denn die Kerne nehmen ja mit dem Wachsthum der Amöbe an Zahl beständig zu, während sie, kämen Kernverschmelzungen regelmäßig vor, beständig abnehmen müssten. Außerdem müsste man immer viele Kerne vorfinden, die das doppelte Volumen der übrigen hätten, also die Größe des Nucleus links unten auf Fig. 9. Dies ist nun nicht der Fall, und dass eine Vereinigung nur zufällig in seltenen Fällen stattfinde, ist wohl auch nicht denkbar. Außerdem wäre das oben angegebene Verhalten der Kernmembran an den betreffenden Doppelkernen bei Annahme einer sich vollziehenden Vereinigung auch nicht denkbar. Sie müsste doch wohl rings den Konturen der Kerne parallel laufen.

Für die Deutung des Vorgangs als eine Theilung sprechen dagegen gewichtige Gründe. Erstens der, dass eine Kernvermehrung stattfinden muss wegen der stetigen Zunahme der Kerne, und dass man im Voraus dabei an Theilung zu denken hat; zweitens in Analogie mit Actinosphaerium und weil eine andere Art der Entstehung eines Nucleus (freie Kernbildung) noch nie beobachtet worden ist.

Die eigenthümlich gestalteten, auf einer Seite etwas abgeflachten Nuclei auf der oberen Seite der Amöbe (Fig. 9) mögen wohl als kürzlich abgelöste Theilhälften angesehen werden.

Es scheint hier, wie bei Actinosphaerium, der ganze Theilungsvorgang ungemein rasch vorüberzugehen. Da man, wie bemerkt, immer gleich große Kerne antrifft, so wird die Größenzunahme des sich zur Theilung anschickenden Nucleus vermuthlich auch eine sehr rasche sein. Es wäre dies kein unvermittelt dastehender Fall; denn ich habe bei Euglypha alveolata[1] nachgewiesen, dass der Kern, wenn er sich zur Theilung anschickt, an Größe zunimmt.

Wenn wir versuchen wollen, den geschilderten Vorgang an den Kernen der Amoeba proteus mit anderen, bekannten, zu vergleichen, so würden wir, die abgelöste Membran nicht beachtend, einen Augenblick zweifelhaft sein können, ob hier eine direkte oder eine indirekte Theilung vorliegt. Die erstere wird von **Flemming** (l. c. p. 354) als eine »Durchschnürung des Kerns ohne irgend eine bestimmte Metamorphose seiner Substanz« definirt und eine solche scheint hier doch stattzufinden. Dem ist aber nicht so, denn die Membran bleibt bis zum Schlusse erhalten, und wenn auch von karyokinetischen Figuren nichts zu sehen ist, so wird doch das Innere nicht ohne Weiteres durchgeschnürt, sondern die beginnende Theilung macht sich zuerst am Nucleolus bemerkbar; denn dieser zerfällt in zwei Stücke, welche aus einander weichen, worauf im Äquator eine Trennungslinie auftritt.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXXV.

Wir haben hier gewissermaßen eine niedere Form indirekter Theilung. Bedingt wird dieser Verlauf des Theilungsvorgangs, wie mir scheint, wieder durch die Anordnung der chromatischen Substanz im Kerne. Dieselbe liegt rings als Rindenschicht an der Peripherie und als ein einziger regulärer Klumpen im Centrum des Kerns, und es bedarf desshalb, um eine gleichmäßige Vertheilung derselben zu bewerkstelligen, weiter keines komplicirten Processes. Bei Actinosphaerium mussten sich die Nucleoli erst in zwei Reihen ordnen, von denen jede an Masse der anderen gleich war, bei den karyokinetischen Theilungen thierischer und pflanzlicher Zellkerne muss das Fadengerüst in gleichwerthige Stücke zerlegt werden, hier aber wird derselbe Zweck einfach dadurch erreicht, dass der große einzige Nucleolus in der Mitte zertheilt wird und die Theilhälften nach den Polen aus einander rücken. Die Entstehung der Scheidewand zwischen den Tochterkernen wird man sich wohl in ähnlicher Weise zu denken haben wie beim Nucleus des Actinosphaerium.

Die direkte Theilung wird von **Strassburger** als das Primäre bezeichnet, als der Ausgangspunkt, aus dem die indirekte sich entwickelt habe. Dies klingt sehr wahrscheinlich, besonders wenn man Fälle, wie den bei Amoeba proteus beschriebenen als Zwischenstadien auffassen will.

Die direkte Theilung ist bekanntlich nur sehr selten beobachtet worden, sowohl in Pflanzenzellen und zwar vielkernigen, als auch in einigen thierischen Zellen. Principiell kann man sich dieselbe überall da als möglich denken, wo eine einfache Durchschnürung den Kern in zwei gleichwerthige Hälften zerlegen kann, oder wo ein Zerfall des Kernes in ungleichwerthige Stücke stattfinden darf.

Was speciell die Protozoen betrifft, so sind vielleicht einige wenige Fälle auf direkte Kerntheilung zurückzuführen, doch lässt sich dies mit voller Sicherheit nicht angeben. Hierhin gehört die Durchschnürung des

Kernes bei Amoeba polypodia, wie sie von Schulze[1] beobachtet worden ist. Doch verlief der Process sehr rasch und wurde nachher nie wieder verfolgt, so dass etwaige Strukturveränderungen am Kerne leicht hätten übersehen werden können.

Ferner sind an vielkernigen Infusorien Kerntheilungen beobachtet worden, die vielleicht direkte sind. Ich selbst fand auf meinen zu anderen Zwecken gemachten Präparaten eine Oxytrichine, die letzten Winter in dem hiesigen kleinen Seewasseraquarium lebte und die ich damals nicht näher zu bestimmen suchte. Es erweist sich dieselbe erfüllt von einer großen Anzahl kleiner Kerne, welche im Präparat ein körniges Innere zeigen. An einem Exemplar fand sich nun einer derselben biskuitförmig eingeschnürt, also offenbar in Theilung begriffen, ohne dass sich eine Strukturveränderung seiner Substanz nachweisen ließ (Fig. 12).

Diese Beobachtung ist allerdings eine sehr dürftige, viel genauer sind die Untersuchungen Zeller's über die Kerntheilung der Opalinen[2]. Hier schnürt sich der Nucleus ebenfalls biskuitförmig ein, das immer dünner werdende Verbindungsstück zieht sich zu einem Faden aus und reißt endlich durch. Ausdrücklich erwähnt Zeller, dass das Kernkörperchen nicht mit getheilt werde, dass also der eine Tochterkern des Nucleolus entbehre und erst nachträglich ein solches in ihm auftrete. Er sagt von Opalina similis: »Sehr bemerkenswerth ist, dass bei der Theilung des Kernes das Kernkörperchen sich nicht theilt und überhaupt keine, wenigstens keine erkennbaren Veränderungen eingeht. Es verbleibt einfach dem einen aus der Theilung hervorgehenden Kerne, in dem anderen aber bildet sich ein Kernkörperchen neu, indem dieses als ein ganz winziges, eben noch sichtbares Kügelchen entsteht und sich nur allmählich vergrößert.«

Wenn nun dieses Körnchen wirklich der Nucleolus ist, wäre hierin ein vollkommener Fall direkter Theilung gegeben, wobei sogar der eine Tochterkern dem anderen nicht gleichwerthig wäre, da ihm ein Kernkörperchen oder, anders ausgedrückt, ein Theil des Chromatins fehlte.

Alles, was sonst von Kerntheilung bei Protozoen bekannt geworden, muss als indirekte Theilung bezeichnet werden, denn überall ist dabei ein Streifigwerden der Kernsubstanz beobachtet worden.

Es bleibt aber in der genaueren Erforschung aller dieser Vorgänge noch viel zu thun übrig, und es wird mein Bestreben sein, mit der Zeit neue Beiträge hierzu liefern zu können.

Um zur Amoeba proteus zurückzukehren, so mag es uns Wunder nehmen, dass bei dem einfachen Bau ihrer Kerne dieselben sich nicht durch bloße Einschnürung vermehren. Ich glaube aber, dass einer solchen Vermehrungsweise mechanische Schwierigkeiten in den Weg treten: Die Kerntheilung erfolgt nämlich, wie wir an der Fig. 9 sehen, nicht während eines Ruhezustandes, sondern während der Bewegung der Amöbe. Dabei ist aber das gesammte Protoplasma und mit ihm die Kerne in einem oft reißenden Strömen begriffen. Es wäre also an einen direkten Einfluss des Plasmas auf den Kern — wenn man einen solchen als die Ursache der Einschnürung annehmen will — nicht zu denken.

---

[1] Archiv für mikr. Anat. Bd. XI.

[2] Diese Zeitschr. Bd. XXIX.

Nähme der sich theilende Kern die Hantelform an, so könnte in dem Wirbel von Körnern, Krystallen, Nahrungsballen etc. leicht eine Zerreißung erfolgen. Bei der oben geschilderten Art der Abspaltung aber behält der Kern bis zuletzt seine runde Gestalt und wird desshalb unbeschädigt in der Strömung umherrollen können.

Wie bei Actinosphaerium, so sehen wir auch bei Amoeba proteus die Theilung nicht an allen Kernen zugleich erfolgen, im beschriebenen Fall sind es sogar nur vier unter mehr als zwanzig, die in Vermehrung begriffen sind, und wir werden demnach von einem gleichmäßig auf alle Kerne wirkenden Einfluss des Protoplasmas nichts gewahr.

Ich möchte hier erwähnen, dass ein solcher Fall vereinzelter Theilung von Kernen in einem multinucleären Protozoon auch schon früher beschrieben und abgebildet worden, aber, wie mir scheint, in Vergessenheit gerathen ist. Bei Opalina zeichnet nämlich Zeller (a. a. O.) unter der Menge von Kernen erwachsener und den immerhin schon zahlreichen heranwachsender Infusorien einige im Stadium der Biskuitform, also in Vermehrung begriffen, während die übrigen die runde Gestalt besitzen, also in Ruhe sind.

Es seien mir hier auch noch einige Bemerkungen gestattet über die Beziehung des Volums der Kerne zu ihrer Zahl. Bütschli[1] hat bei Amoeba princeps, die mit A. proteus identisch ist, Berechnungen darüber angestellt, welche ihm anzudeuten schienen, dass das gesammte Kernvolum sich entsprechend der Abnahme der Kerne etwas vergrößere. Dabei lagen ihm Übergänge vor von kleinen Individuen mit einem großen zu bedeutend umfangreicheren mit viel kleineren Kernen. Dabei giebt er an, dass sein Fundort ihm Anfangs nur viel- und kleinkernige, später eine größere Zahl wenig- und großkerniger Amöben geliefert habe.

Mir selbst ist es leider nicht gelungen, Individuen von der letztgenannten Kategorie aufzufinden; bei allen Exemplaren, die ich untersuchte, waren die Kerne gleich groß, einerlei ob sie in geringer Anzahl in einer kleinen Amöbe lagen, oder zu Hunderten ein großes Thier erfüllten (Fig. 10). Dabei war die relative Zahl der Nuclei eine sehr wechselnde und es ließ sich schon ohne weitere Messung durch den bloßen Augenschein konstatiren, dass das Volumverhältnis von der Kern- zur Zellsubstanz ein sehr verschiedenes sein kann. Zur Erläuterung dieser Bemerkung habe ich die Fig. 11 beigegeben, in welcher eine Amöbe abgebildet ist, die mit Nuclei förmlich gestopft erscheint, so dass bei ihr das Plasma des Kerns das Zellplasma an Volum wohl übertreffen mag, während bei anderen, so z. B. der in Fig. 9 dargestellten, das umgekehrte Verhältnis sich findet. Dieselbe Beobachtung lässt sich auch bei Actinosphaerium machen, wie z. B. ein Vergleich der Figuren 1 und 8 ergiebt.

---

[1] Studien etc. Abhandl. der Senckenberg'schen naturf. Gesellsch. Bd. X. Separatabdruck p. 165.

Es sind dies Thatsachen, die unser Interesse und sogar unsere Verwunderung erregen, für die wir aber bis jetzt noch keine befriedigende Erklärung zu geben im Stande sind.

Beobachtungen an Amoeba sp.

Im Anschluss an die geschilderten Kerntheilungsvorgänge der Amoeba proteus muss ich noch einige Beobachtungen erwähnen, die ich an einer kleinen Amöbe gemacht, welche neben jener in demselben Aquarium lebte und die ich nicht näher bestimmen konnte.

Es fand sich auf den meisten Präparaten immer eine mehr oder weniger große Anzahl dieser kleinen Rhizopoden, bei denen der Kern immer äußerst deutlich gefärbt war. Für gewöhnlich zeigte der Nucleus den normalen Bau, nämlich eine deutliche Kernmembran und von dieser ringsum abgehoben und durch einen hellen Zwischenraum getrennt das Chromatin des Kerns, einen einzigen Nucleolus darstellend. Auf zwei Präparaten aber und besonders auf einem von diesen enthielten sehr viele, ja sogar die meisten Amöben einen ganz anders gestalteten Kern. Ich habe auf den Figuren 13—20 einige von diesen Individuen abgebildet und man bemerkt, dass einmal in den Nuclei der Nucleolus in zwei gleiche (Fig. 13) oder ungleiche (Fig. 14) Stücke zerfallen sein kann, während sich sonst am Kerne keine Veränderung zeigt. Ferner kann sich zwischen die Bruchstücke der Nucleoli eine feine Scheidewand einschieben, so dass der ganze Kern in zwei Abschnitte zerfällt (Fig. 15), die sich schließlich auch an der Membran darstellen können (Fig. 17).

Zieht man die Beobachtungen an Amoeba proteus in Betracht, so wird man wohl mit Recht versucht sein, auch hier einen Kerntheilungsvorgang zu vermuthen, der etwa folgendermaßen verliefe: Zuerst schnürt sich der Nucleus in zwei Theile ab, diese rücken nach den Polen hin aus einander, im Äquator bildet sich eine Scheidewand, die Membran der Tochterkerne; es erfolgt eine Abschnürung und die beiden Stücke, jedes mit seinem Antheil an Chromatin, trennen sich von einander ab.

Auffallend bleibt dabei aber, dass in den meisten Fällen die beiden Theile des Nucleolus ungleich groß sind, wobei das eine halbmondförmig gebogen, das andere mehr abgerundet ist (Fig. 15). Es kommen wohl auch Fälle vor, wo ein Zerfall des Kernkörperchens in zwei gleiche Hälften erfolgt (Fig. 13) und wo auch die späteren Stadien der Abspaltung symmetrische Gestalt besitzen, aber die Regel ist dies nicht.

Solche Bilder mögen den Gedanken nahe legen, als sei die ganze Erscheinung nur eine durch die Einwirkung der Reagentien künstlich hervorgerufene, doch ist dies an und für sich nicht wahrscheinlich und wird auch dadurch widerlegt, dass auf demselben Präparate neben Amöben mit gespaltenem solche mit völlig normal gebildetem Kerne zu finden sind, welche doch beide unter denselben Bedingungen gestanden haben.

Dass eine Trennung der Kernstücke erfolgt, das beweisen solche Exemplare der Amöbe, in welchen zwei Kerne liegen, und zwar entweder zwei gleich große oder solche, von denen der eine den anderen an Umfang übertrifft, also entsprechend dem Verhalten des getheilten Kernkörperchens (Fig. 16 und 18). Außerdem findet man Amöben, die einen großen normalen und andere, die einen verhältnismäßig sehr kleinen Nucleus besitzen (Fig. 19 und 20).

Aus dem Allen kann man also entnehmen, dass auf die Kerntheilung die Theilung der Amöbe folgt, und zwar wird wahrscheinlich bei einem Zerfall des Kerns in ungleiche Stücke auch das Protoplasma nicht in gleiche Hälften getheilt.

Stellt man dieser Beobachtung, wie bei Amoeba proteus, die oben erwähnte Mittheilung F. E. Schulze's über Amoeba polypodia entgegen, so würde sich dadurch abermals ergeben, dass bei Amöben zweierlei Formen von Kerntheilung vorkommen können, eine mehr direkte durch uhrglasförmige Einschnürung des Kernes und eine als indirekt zu bezeichnende, wo die Theilung zuerst am Kernkörperchen sich kund giebt, und erst darauf hin eine Abspaltung der Kernhälften erfolgt.

Freiburg i/B., im December 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX.

Fig. 1. Ein Actinosphaerium Eichhornii nach Behandlung mit Chromsäure und Tinktion mit Pikrokarmin in Kanadabalsam eingeschlossen (Hartnack Ocular 3, Objektiv 6 m. Camera lucida). Mark- und Rindenschicht sind nicht mehr scharf getrennt; im Inneren sieht man zwei halbverdaute Nahrungsballen in großen Vacuolen liegen. Von den 33 Kernen sind 12 in Theilung begriffen. Die meisten davon sind in Fig. 4 genauer dargestellt.

Fig. 2. Ein Stück eines Actinosphaeriums als Präparat; neben den normalen Kernen mit mehreren Kernkörperchen sieht man eine Menge kleinerer mit einem großen central gelegenen Nucleolus (Tochterkerne, vgl. Fig. 5). Das Protoplasmanetz des Thieres ist nur an der Peripherie angedeutet.

Fig. 3. Ein Stück eines anderen Exemplares, auf welchem die Übergänge der kleinen mononucleolären in die großen polynucleolären Kerne zu sehen sind (vgl. Fig. 5). Sowohl Fig. 2 wie Fig. 3 sind mit der Camera lucida entworfen.

Fig. 4 zeigt die in Theilung begriffenen Kerne der Figur 1 bei stärkerer Vergrößerung (Hartnack Oc. 3, Obj. 9).

a, die Kernkörperchen beginnen sich in zwei Reihen zu ordnen;
b, dieselben haben dies erreicht;
c, sie verschmelzen mit einander und bilden dann zwei homogene Bänder;
d, *e*, das Chromatin des Kernes hat sehr abgenommen und ist wahrscheinlich mit in die Bänder eingegangen; dieselben rücken aus einander, feine Körnchen zwischen sich einschließend. Der übrige helle Theil des Kernes ist strukturlos;
f, die Bänder sind noch weiter aus einander gerückt und die Körnchen zwischen ihnen erscheinen in Streifen angeordnet. Im Äquator bemerkt man eine feine Linie; dieselbe ist in
g viel stärker und erweist sich als aus Körnchen zusammengesetzt;
h, hier sind die beiden Chromatinmassen mehr halbmondförmig gestaltet; die Äquatoriallinie (Zellplatte) ist zu erkennen;
i, ein Kern, in welchem nur ein Chromatinstreifen liegt, der von zwei blassen streifigen Säumen begrenzt wird.

Fig. 5. Kerne, welche dem auf Fig. 3 dargestellten Exemplar entnommen sind bei derselben Vergrößerung wie in der vorigen Figur.

a, der mononucleoläre Zustand; das Chromatin liegt alles im Centrum zusammengedrängt und wird durch einen blassen Hof von der Kernmembran getrennt;
b, die centrale Masse hat an Ausdehnung gewonnen und beginnt körnig zu werden;
c, einige dieser Körner treten deutlicher hervor und
d, werden zu den Kernkörperchen, während die übrige Masse sich gleichmäßig im wachsenden Kerne vertheilt (*e*).

Fig. 6. Ein normaler, ruhender Kern von einem anderen Exemplar mit großen Kernkörperchen und fein granulirtem heller gefärbtem Kernplasma.

Fig. 7. Ein Actinosphaerium, welches eben im Begriff steht einen Splitter mit zwei Kernen in sich aufzunehmen. An der Stelle, wo die Verschmelzung erfolgt, ist

die Grenze zwischen Rinde und Mark verwischt (nach einem Dauerpräparat gezeichnet).

Fig. 8. Ein Actinosphaerium im Umriss dargestellt; dasselbe enthält eine relativ sehr große Anzahl von Kernen (Dauerpräparat).

Fig. 9. Eine Amoeba proteus (princeps) mit absolutem Alkohol getödtet, mit Pikrokarmin gefärbt und in Kanadabalsam eingeschlossen (Hartnack Oc. 3, Obj. 9; Camera lucida). Es sind nicht alle Kerne eingetragen, 3—4 sind der Klarheit halber weggelassen. Man kann an denselben eine dunkel gefärbte Rindenschicht, eine eben solche centrale Masse (Nucleolus) und zwischen beiden eine hellere Zone unterscheiden. Die Kernmembran hat sich bei der Präparation von dem durch den Alkohol kontrahirten Kern zurückgezogen, so dass ein heller Hof um jeden Nucleus sichtbar wird. Vier von den Kernen sind in Theilung begriffen, welche bei dem auf der rechten Seite der Figur am weitesten vorgeschritten ist. Außer den Kernen bemerkt man in der Amöbe noch einige Vacuolen und verhältnismäßig sehr wenige Krystalle (rechts).

Fig. 9 *a*. Zwei ruhende Kerne von Amoeba proteus. Links ein solcher im frischen Thiere mit den feinen Körnchen der Rindenschicht, innerhalb welcher man nichts genauer erkennen kann; rechts ein Kern aus einem zerdrückten Exemplar, also nach Wassereinwirkung; die Rindenzone ist etwas deutlicher geworden, hauptsächlich aber hebt sich die centrale Partie als Nucleolus klar hervor.

Fig. 10. Eine kleine Amoeba proteus mit acht von der gewöhnlichen Größe nicht abweichenden Kernen.

Fig. 11. Eine A. proteus mit einer ungewöhnlich großen Anzahl von Kernen.

Fig. 12. Ein Stück einer unbestimmten vielkernigen Oxytrichine (Präparat); einige der Kerne sind langgestreckt und einer biskuitförmig eingeschnürt.

Fig. 13—20. Kerntheilung bei einer kleinen, nicht näher bestimmbaren Amöbe (Präparate: Alkohol, Pikrokarmin, Kanadabalsam). Lauter verschiedene Exemplare.

Fig. 13. Der Nucleolus ist in zwei gleich große Stücke zerfallen.

Fig. 14. Ein in zwei ungleiche Abschnitte zerfallenes Kernkörperchen.

Fig. 15. Zwischen den zwei Theilstücken ist eine äquatoriale Scheidewand zu bemerken.

Fig. 16. Eine Amöbe mit zwei gleich großen Kernen.

Fig. 17. Eine solche, wo der Kern in zwei kongruente Stücke zu zerfallen scheint.

Fig. 18. Ein Exemplar mit zwei ungleichen Kernen.

Fig. 19. Eine Amöbe mit normalen und

Fig. 20 eine solche mit relativ sehr kleinem Kerne.

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gastropoden.

Von

Dr. Friedrich Blochmann,
Assistent am zoologischen Institut zu Heidelberg.

Mit Tafel XX und XXI und 1 Holzschnitt.

I. Zur Entwicklung von Aplysia limacina L.

Die vorliegende Untersuchung wurde in der zoologischen Station zu Neapel gemacht, und halte ich es zunächst für meine Pflicht, dem Großherzoglich Badischen Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts sowohl für die Erlaubnis zur Benutzung des badischen Arbeitsplatzes in der zoologischen Station, als auch für die Gewährung eines Reisestipendiums meinen Dank auszusprechen. Während meines Aufenthaltes in Neapel beschäftigte ich mich vorwiegend mit der Entwicklung der Opisthobranchier, und zwar gaben die Eier von Aplysia limacina L.[1] das Hauptobjekt für die Untersuchung ab, denn ihre Laiche sind leicht zu beschaffen, und die Eier sind gut zu präpariren; ferner hatte ich ein specielles Interesse daran, die Furchung von Aplysia kennen zu lernen, denn nach den wenigen Abbildungen, die wir von Furchungsstadien dieser Schnecke bisher hatten, schien die Regelmäßigkeit der Furchung nicht so groß zu sein, wie bei anderen Gastropoden. Leider konnte ich die Entwicklung unseres Thieres nicht so gründlich studiren, wie ich es gewünscht hätte, da es gegen Ende meines Aufenthaltes wegen des herrschenden stürmischen Wetters nicht möglich war, die Thiere oder deren Laiche in genügender Menge zu beschaffen, und da die längere Zeit in den Aquarien gehaltenen Thiere nur sehr unregelmäßig legten. Überhaupt scheint mit dem Eintritt des Herbstes die Laichperiode der Aplysia zu Ende zu gehen. Ich gebe darum hier nur meine Beobachtungen über die früheren Entwicklungsstadien, da diese vollständig lückenlos sind, während die Beobachtungen, die mir über spätere Stadien zu Gebote stehen, zu wenig vollständig sind, um eine einigermaßen zusammenhängende Darstellung zu ermöglichen.

---

[1] Wegen des Namens verweise ich auf eine demnächst erscheinende Abhandlung über die Systematik der Aplysien von Neapel. Aplysia limacina L. = A. fasciata Gmel., Camelus Cuv.

Über die Methoden der Untersuchung brauche ich wenig zu sagen. Die Eier sind so undurchsichtig, dass sich ohne Präparation Nichts erreichen lässt. Die Entwicklung geht so langsam von statten, dass es mehr als genügend war, wenn immer von zwei zu zwei Stunden eine Quantität Eier konservirt wurde. Dies geschah durch Einlegen in Pikrinschwefelsäure, darauf wurden die Eier gefärbt und in Kanadabalsam oder Dammarlack eingeschlossen. Von späteren Stadien habe ich trotz der Kleinheit des Objektes Schnitte angefertigt, und so die Beobachtungen am ganzen Embryo kontrollirt.

Über die Entwicklung von Aplysia besitzen wir außer einigen älteren Notizen von Sars[1] und van Beneden[2] nur eine ausführlichere Arbeit von Ray Lankester[3]. Er hat seine Untersuchungen ebenfalls in Neapel gemacht, und es ist der Vergleichung wegen nöthig, eine Feststellung der untersuchten Arten zu versuchen, da Ray Lankester keine zuverlässigen Angaben über die von ihm benutzten Arten macht, sondern nur den Laich derselben genauer beschreibt. Nun ist es nicht schwer, das erste von ihm untersuchte Thier wieder zu erkennen, denn wenn seine Angabe, dass es die größte im Golf vorkommende Aplysia sei, richtig ist, so ist es Aplysia limacina L. Damit stimmt auch Alles, was er über den Bau der Eierschnur sagt, gut überein, eben so die Farbe der Eier, worüber ich übrigens unten noch Einiges bemerken muss. Er selbst hält diese größte Art irrigerweise für Aplysia depilans L.

Schwieriger ist es die zweite von Ray Lankester untersuchte Art wieder zu erkennen. Ich kann mir keine ganz sichere Ansicht darüber bilden, was es sein möge. Außer Aplysia limacina L. findet sich in Neapel noch eben so häufig Aplysia depilans L., die kleiner ist als die erste und meist auch ganz hellbraun gefärbt. (Es ist dies die von

---

[1] Sars, Sur le développement des Mollusques et des Zoophytes. Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. 1840 und 1845.

[2] van Beneden, Recherches sur le développement des Aplysies. Ann. d. sc. nat. 2me sér. t. 15. 1841.

[3] Ray Lankester, Contributions to the developmental history of the Mollusca. Phil. trans. 1875.

Bohadsch[1] untersuchte Art, welcher delle Chiaje den Namen A. leporina gab, wegen der Ähnlichkeit ihrer Färbung mit der des Hasen.) Außerdem findet sich noch eine dritte Art, A. punctata Cuv., jedoch etwas seltener.

Der A. depilans gehören die von Ray Lankester in zweiter Reihe untersuchten Eier sicher nicht an, denn ich habe die wichtigsten Entwicklungsstadien auch dieser Art untersucht und konnte nicht irgend eine Abweichung von den bei Aplysia limacina beobachteten Vorgängen finden, während ja die Entwicklung der beiden von Ray Lankester untersuchten Arten ziemlich bedeutende Differenzen zeigt. Es bleibt also nur die dritte Art, A. punctata Cuv. übrig, wozu auch die Angabe passt, dass das Thier viel kleiner als die erstgenannte Art sei. Ray Lankester nennt das fragliche Thier Pleurobranchidium (Aplysia minor) und hält Pleurobranchidium für ein Subgenus von Aplysia. Dies ist aber nicht der Fall, sondern Pleurobranchidium Blv. ist gleich Pleurobranchaea Meck. Und die Eier von Pleurobranchaea sind mit denen von Aplysia gar nicht zu vergleichen. Der Laich z. B. von Pl. Meckelii Cuv. ist ein 1—1,5 cm breites Gallertband, in welchem die Eikapseln in einer flachen Spirallinie angeordnet sind. Jede Kapsel enthält ungefähr acht Eier.

Es mag hier noch gestattet sein, einige Worte über den Laich von Aplysia limacina und depilans zu sagen. Die Thiere befestigen ihren Laich an den Glaswänden des Aquariums und zwar setzt A. depilans die Eischnur dicht aufgeknäuelt ab, während A. limacina sie in lockeren Schlingen anklebt. Die Laiche der ersteren sehen meist weiß aus, manchmal sind sie leicht gelblich, seltener bräunlich gefärbt, dagegen sind die Laiche der letzteren gewöhnlich sehr intensiv dottergelb, bisweilen auch braun oder rothbraun gefärbt (Fig. 1—4). Ich habe mehrere Male beobachtet, dass dasselbe Thier zuerst gelbe, dann braune Eier absetzt. Ähnliches hat auch wohl schon Sander Rang beobachtet (Monogr. pl. VII, fig. 3). Er giebt (p. 28) fälschlich an, dass der die Kokons umhüllende Schleim gefärbt sei. Dies ist jedoch nicht der Fall; der Schleim ist immer farblos und die Farbe der Eischnur wird immer durch diejenige der Eier bedingt. Auch Herr Schulgin hat im letzten Sommer in Villafranca dasselbe beobachtet. Ein weiterer wesentlicher Unterschied in den Laichen der beiden Arten besteht noch darin, dass bei A. depilans der die Eikapseln zusammenhaltende Schleim außerordentlich viel zäher ist als bei der größeren Art. Bei dieser lassen sich die Eier mit größter Leichtigkeit durch Zerzupfen der Eischnur isoliren, was bei der ersteren nicht geht. Ferner enthält bei A. limacina jeder Kokon ungefähr 40—50 Eier, bei A. depilans nur 10—20.

---

[1] Bohadsch, De quibusdam animalibus marinis liber. Dresdae 1761.

Interessant ist, dass die aus den braunen Eiern sich entwickelnden Embryonen bei beiden untersuchten Arten die zwei Gruppen von rothen Körnchen haben, die Ray Lankester auch bei seinem sogenannten Pleurobranchidium beobachtet hat. Sie liegen, wie aus seinen Abbildungen zu ersehen ist, hinter dem Velum zu beiden Seiten des Embryo und sind in eine zarte Hülle eingeschlossen. Ich habe sie häufig beobachtet, ohne etwas über ihre Bedeutung ermitteln zu können. Durch Alkohol wird der Farbstoff entfernt.

Hier will ich noch eine Notiz über die Zahl der von Aplysia limacina auf einmal abgelegten Eier beifügen: in jedem Millimeter der Eischnur sind ungefähr sechs Kokons mit rund je 50 Eiern, also zusammen 300 Eier enthalten. Bei einer ungefähren Länge der Eischnur von 1—1,5 m ergiebt sich also als Gesammtzahl die Summe von 300 000—450 000 Eiern.

An den frisch abgelegten Eiern hat die Caryolyse schon begonnen, und wir finden bald zwei Richtungskörper am animalen Pol (Fig. 1). Darauf zerfällt das Ei durch eine Meridionalfurche in eine größere und eine kleinere Kugel, von welcher die letztere nur sehr wenig Protolecith an der Seite des vegetativen Poles enthält (Fig. 2). Jetzt theilt sich zuerst die kleine und dann die große Kugel durch Meridionalfurchen in zwei jedes Mal unter sich gleiche Zellen (Fig. 3 und 4).

Die jetzt am animalen Pol beginnende Abschnürung der Ektodermzellen geht fast genau in derselben Weise vor sich, wie ich sie für Neritina fluviatilis Müll. geschildert habe[1]. Das auf den ersten Anblick etwas unregelmäßige Aussehen der Furchungsstadien wird nur durch die ungleiche Größe der vier Zellen a, b, c, d bedingt. Es entstehen also zuerst vier Ektodermzellen, die sich im Uhrzeigersinn verschieben a_1, b_1, c_1, d_1 Fig. 5 u. f., dann vier weitere, die sich im entgegengesetzten Sinne verschieben, a_2, b_2, c_2, d_2 Fig. 6 u. f. Von diesen letzten theilt sich jede in zwei (Fig. 8 u. f. a'_2, b'_2, c'_2, d'_2). Zu gleicher Zeit giebt jede der vier ursprünglichen Zellen a, b, c, d eine weitere Ektodermzelle a_3, b_3, c_3, d_3 ab (Fig. 8, 9 u. f.). Dabei ist eine kleine Unregelmäßigkeit zu beachten, nämlich dass c_3 tiefer liegen bleibt als die übrigen Ektodermzellen (Fig. 9). Eine Vergleichung von Fig. 11, wo diese vier Generationen der Ektodermzellen dargestellt sind, mit der entsprechenden von Neritina (l. c. Fig. 48) ergiebt eine fast vollständige Identität.

---

[1] F. Blochmann, Über die Entwicklung von Neritina fluviatilis Müll. Diese Zeitschrift. Bd. XXXVI.

Jetzt müssen wir zunächst die am vegetativen Pol auftretenden Veränderungen ins Auge fassen. In Fig. 12 ist ein Ei vom vegetativen Pol gezeichnet, bei welchem sich das Ektoderm auf der in Fig. 11 dargestellten Stufe der Entwicklung befindet. In Fig. 13 ist von c'_2 eine kleine Zelle c_2 entstanden, die Zellen c_3 und d_3 sind in Theilung. Das Resultat der Theilung zeigt Fig. 14, außerdem hat sich noch von *c* eine kleine Zelle abgeschnürt, die sich zwischen *a*, *b* und *c* legt. In Fig. 15 ist eben eine solche Zelle von c_3 entstanden, und *d* befindet sich in Theilung. Fig. 16 zeigt uns das in der vorigen Figur vom vegetativen Pol dargestellte Stadium vom animalen. Es sind um die noch central liegenden vier ersten Ektodermzellen weitere acht entstanden, von denen die vier zwischen a_1, b_1, c_1, d_1 liegenden mit den Zellen a'_1, b'_1, c_1', d'_1 bei Neritina homolog sind (l. c. Fig. 115 u. f.). Den Ursprung der anderen kann ich nicht sicher angeben.

Von jetzt ab nehmen die Theilungen der Ektodermzellen einen unregelmäßigeren Verlauf, die Zellen selbst werden flacher und die Zellgrenzen undeutlicher. Das Ektoderm umwächst auf diese Weise die großen Zellen *a* und *b* vollständig. Ehe wir jedoch diesen Vorgang weiter verfolgen, müssen wir noch einige Theilungen der Zellen *a*, *b*, *c*, *d* näher ins Auge fassen. In Fig. 19 haben sich die Zellen *c* und *d* in je zwei *c* getheilt und *a* und *b* befinden sich in Theilung. Das Resultat sehen wir in Fig. 20, wo von *a* und *b* die Zellen a_c und b_c entstanden. Zu gleicher Zeit haben die zwei aus *c* entstandenen Zellen noch je einer kleinen Zelle den Ursprung gegeben, wovon die eine auf dem optischen Schnitt in Fig. 21 zu sehen ist. Während dieser Zeit hat sich das Ektoderm so weit ausgebreitet, dass es schon auf die untere Seite von *a* und *b* übergreift. Auf diesem Stadium nun bilden die großen an Nahrungsdotter reichen Zellen *a* und *b* zusammen mit a_c und b_c und allen aus *c* und *d* hervorgegangenen Zellen die Anlage des Entoderms und zwar geben a_c, b_c und die von *c* und *d* entstandenen Zellen dem kleinzelligen Theil des Entoderms den Ursprung, den wir auch bei anderen Gastropoden schon kennen.

Wir können also nach den geschilderten Vorgängen behaupten, dass die Furchung bei Aplysia im Wesentlichen sich genau an den bei anderen Gastropoden bekannten Modus der Furchung anschließt, wie er von RABL[1] neuerdings ausführlicher dargestellt wurde. RABL bildet in dieser Arbeit einige Furchungsstadien eines anderen Tectibranchiers von Acera bullata ab, die vollständig mit den bei Aplysia beobachteten übereinstimmen. Seine Fig. 8 und 9, Taf. XXXVIII, stellen die Entstehung der c_2 und d_2 Fig. 6 dar, während seine Fig. 10 meiner Fig. 6 und 7, seine Fig. 11 meiner Fig. 11 und 12 ganz genau entsprechen. Ein Unterschied ist allerdings vorhanden; es finden sich nämlich hier am Ende der Furchung nicht jene zwei großen, sonst in vielen Fällen aufgefundenen Zellen, welche dem Mesoderm den Ursprung geben. Ich habe trotz der sorgfältigsten Nachforschungen keine Zellen auffinden können, die dafür zu halten wären. Die ersten deutlichen Spuren vom Mesoderm fand ich auf dem in Fig. 33 dargestellten Stadium. Auf keinem Stadium jedoch habe ich die sonst so leicht zu sehenden Mesodermstreifen beobachten können. Über die Entstehung des mittleren Blattes kann ich auch keine direkten Angaben machen; es schien mir oft, dass die ersten Zellen, die zwischen Ektoderm und Entoderm eingeschaltet sind, rechts und links von der Ösophaguseinstülpung liegen. Deutlich zu beobachten ist das Mesoderm erst mit der beginnenden Entwicklung des Fußes.

---

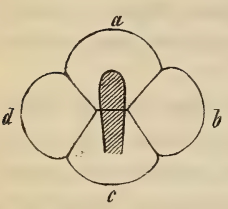
[1] C. RABL, Über die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphol. Jahrb. Bd. V.

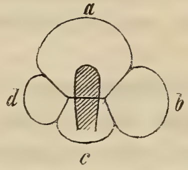
An dieser Stelle möchte ich noch einige Worte über Fig. 18 sagen. Sie stellt uns ein Ei von Aplysia dar, welches sich vollständig regelmäßig gefurcht hat. Das Ei fand sich in demselben Präparat mit anderen, bei welchen die Furchung nach der oben geschilderten Weise verlaufen war. Ray Lankester hat schon bemerkt, dass man bei Aplysia häufig auf abnorm entwickelte Eier und Embryonen stößt und ich kann seine Beobachtungen bestätigen.

Dass jedoch bei Aplysia, wo eine weniger regelmäßige Furchung die normale Erscheinung ist, eine Abnormität gerade durch Zurückschlagen in den regulären Typus sich kundgiebt, darf vielleicht als ein neuer Beweis dafür in Anspruch genommen werden, dass eben die reguläre Furchung das Ursprüngliche war, und dass die jetzt sich findenden Unregelmäßigkeiten auf Rechnung der größeren oder geringeren Menge des Nahrungsdotters zu setzen sind.

Ray Lankester hat über die Furchung keine genauere Beobachtungen gemacht; nur das eine, glaube ich, ist zu bemerken. Es scheint nämlich, dass er das von ihm in Fig. 4 dargestellte Stadium ganz falsch aufgefasst hat. Nach der Art nämlich, wie er das Richtungsbläschen zeichnet, muss ich glauben, dass er annahm, die zwei großen Zellen fänden sich am vegetativen Pol, während der animale von vier kleineren Zellen ohne Nahrungsdotter eingenommen würde. Für diese Auffassung spricht auch die Bemerkung, die er zu seiner Figur macht: »The yellow yelk divides no further.«

In Fig. 22 habe ich ein Stadium abgebildet, auf welchem die Umwachsung der großen Zellen durch das Ektoderm so weit fortgeschritten ist, dass nur noch ein verhältnismäßig schmaler, spaltförmiger Raum frei geblieben ist, welcher sich schräg über die Grenzlinie der großen Zellen *a* und *b* erstreckt und hinten ganz allmählich im Ektoderm verläuft. Es ist dies der Blastoporus, dessen auf den ersten Blick etwas unverständliche Lage, oder besser gesagt Richtung, sofort klar wird, wenn wir seine Lage zu den vier ursprünglichen Zellen *a*, *b*, *c*, *d* näher betrachten und mit dem vergleichen, was wir von anderen Gastropoden wissen, bei denen diese Zellen gleich groß sind. Dazu mögen die untenstehenden Schemata dienen.





Wir wissen, dass bei anderen Gastropoden, z. B. Planorbis und anderen, der Blastoporus in die Richtung der Längsachse des Embryo fällt, und dass er zu den vier ursprünglichen Zellen die in Fig. 1 dargestellte Lage hat. Durch Vergleichung des zweiten Holzschnittes, der die Lage des Blastoporus zu den vier ursprünglichen Zellen bei Aplysia darstellt, mit dem ersten ergiebt sich sofort, dass in beiden Fällen der Verlauf ein ganz identischer ist. Eine weitere Bestätigung dieser Ansicht giebt Fig. 27, wo wir sehen, dass, wie durch die Lage des Velums bewiesen wird, die Zelle *a* wirklich das Kopfende des Embryo einnimmt [1].

Auf einen weiteren Umstand von Wichtigkeit ist bei Fig. 22 noch aufmerksam zu machen. Am Hinterende des Blastoporus bemerkt man zwei kleine Ektodermzellen *a*, *z*, die sich etwas über das Niveau der umgebenden Zellen erheben und durch die helle Beschaffenheit ihres Protoplasmas auffallen. Diese Zellen, für die ich den Namen »Analzellen« (»cellules anales«, Fol, Pteropoden und Heteropoden) vorschlagen möchte, können wir von jetzt ab immer auffinden, sie nehmen an Größe noch bedeutend zu, ihr Protoplasma wird vollständig hyalin und enthält große Vacuolen, während ein Kern später nicht mehr zu finden ist.

---

[1] Hier will ich noch erwähnen, dass Rabl ganz mit Unrecht Fol eine Verwechslung zuschiebt, einfach desswegen, weil die Beobachtungen Fol's ihm nicht ganz zu seinen Spekulationen passen. Er nimmt nämlich an, dass Fol sich getäuscht habe, wenn er angiebt (Fol, Pteropoden, p. 114), dass eine der großen, reichlich Nahrungsdotter enthaltenden Zellen künftig das Vorderende des Embryo einnehme. Nun ergiebt eine Vergleichung meiner Befunde bei Aplysia mit der Fig. 7, Taf. I von Fol eine genaue Übereinstimmung der Beziehungen, wenn man dabei nur beachtet, dass Fol's Figur eine Ansicht vom animalen, die beiden oben gegebenen Holzschnitte dagegen vom vegetativen Pol geben. Auch bei Aplysia wird das künftige Vorderende von einer an Nahrungsdotter reichen Zelle eingenommen.

Dieselben Verhältnisse hat Langerhans[1] bei anderen Opisthobranchiern gefunden. Für die von ihm untersuchte Doris giebt er auch ausdrücklich an, dass die Analzellen genau in der Längsachse des Blastoporus auftreten. Auch die Beobachtungen von Haddon[2] haben für Elysia viridis und Fionia einen langgestreckten die Bauchseite einnehmenden Blastoporus ergeben. Ich möchte vermuthen, dass in seiner Fig. 2 die als Richtungsbläschen bezeichneten Zellen weiter nichts sind als die Analzellen. Auf diese Verhältnisse werde ich im zweiten Theil dieses Aufsatzes noch einmal zurückkommen.

In Fig. 23 ist ein optischer Schnitt durch das in Fig. 22 abgebildete Stadium dargestellt, der in der Richtung gelegt ist, wie sie durch die beiden Pfeile in der vorigen Figur angegeben wird. Die kleinen Entodermzellen haben sich vermehrt und bilden eine zusammenhängende Schicht, die sich von den großen Zellen etwas abgehoben hat, so dass die dadurch entstandene Urdarmhöhle durch den Blastoporus nach außen sich öffnet. In den nun folgenden Stadien verengt sich der Blastoporus allmählich und beginnt dabei sich von hinten nach vorn zu schließen, wie es Fig. 24 zeigt. Die Analzellen bleiben dabei an ihrem ursprünglichen Platze.

Die nun folgenden Figuren 25 und 26 stellen beide dasselbe Stadium, nämlich einen Embryo von 46 Stunden vom vegetativen Pol gesehen dar, und zwar ist die erste nach dem lebenden, die zweite nach dem präparirten Objekte gezeichnet. Zuerst fällt uns auf, dass die beiden großen Zellen aus einander gewichen sind und eine weite Höhle zwischen sich lassen, welche an den nicht von den großen Zellen eingenommenen Seiten von dem kleinzelligen Theil des Entoderms begrenzt wird. Wie Fig. 26 erkennen lässt, berühren sich die beiden großen Zellen noch an der linken Seite und gegen den animalen Pol zu. Der Blastoporus ist vollständig geschlossen, seine Stelle lässt sich jedoch unschwer an den etwas größeren Zellen erkennen; auf optischen Schnitten ist noch eine leichte Einsenkung zu bemerken.

Eigenthümlich ist, was wir weiter am lebenden Objekte beobachten. Am vorderen Rande der Einsenkung, die an der Stelle, wo sich der Blastoporus schloss, persistirt, finden sich ungefähr fünf bis sieben lebhaft schlagende Cilien (Fig. 25 *w*). Diese Cilien bewegen sich sehr viel lebhafter als die etwas später auftretenden Wimpern (Fig. 27) des Velums, sind auch bedeutend größer als diese. Sie finden sich auch bei weiter entwickelten Embryonen, die schon eine wohl ausgebildete Schalendrüse besitzen, verschwinden aber, wenn die Entwicklung des Fußes beginnt. Es ist schwer zu sagen, welche Bedeutung diese Cilien haben könnten. Auch ist meines Wissens nichts Ähnliches von anderen Gastropoden bekannt.

---

[1] P. Langerhans, Zur Entwicklung der Gastropoda Opisthobranchia. Diese Zeitschr. Bd. XXIII. 1873.

[2] Haddon, Notes on the Development of Mollusca. Quart. Journ. of mikr. sc. 1882 (Oktober).

Ray Lankester hatte diese Wimpern gesehen, aber sehr ungenau abgebildet (Taf. V, Fig. 13). Überhaupt hat er die Embryonen, die er in Taf. V, Fig. 9—16 abbildet, in den meisten Beziehungen nicht ganz richtig aufgefasst, was eine Entschuldigung darin finden mag, dass er nur das frische Objekt untersuchte.

Für seine Fig. 9 giebt er an, dass sich zwischen die beiden großen Zellen eine Masse heller Zellen eingeschoben haben; dies ist nie der Fall, sondern, sobald einmal die großen Zellen sich nicht mehr in ihrer ganzen Ausdehnung berühren, findet sich ein mit Flüssigkeit erfüllter Hohlraum, die Urdarmhöhle, zwischen denselben. Seine Fig. 11 ist ohne Zweifel nach einem abnormen Embryo gezeichnet. Denn nach derselben müsste der kleinzellige Theil des Entoderms sich vollständig vom Ektoderm abgehoben haben, was nie der Fall ist, wie meine Präparate und Schnitte zur Genüge beweisen. Natürlich ist damit auch das, was er hierzu über die Entstehung einer Höhle im Mesoderm und deren Beziehung zu den betreffenden Verhältnissen bei Pisidium sagt, vollständig hinfällig. (We notice now first of all the formation of a distinct cavity, which must be identified with the mesoblastic cavity of Pisidium, and more generally of all the embryos of higher animals.)

Verfolgen wir nun die Entwicklung unserer Embryonen etwas weiter, so zeigt uns zunächst Fig. 27 im Wesentlichen noch dieselben Verhältnisse, wie die vorhergehende. Die großen Zellen haben sich noch mehr ausgehöhlt, der kleinzellige Theil des Entoderms dagegen befindet sich noch in demselben Zustand. Ein wesentlicher Fortschritt besteht in dem Auftreten des Velums, welches so liegt, dass die eine der protolecithreichen Zellen, *a* nach den früheren Stadien, das Vorderende einnimmt, worauf schon oben aufmerksam gemacht wurde.

Fig. 28 stellt uns einen optischen Längsschnitt durch ein etwas älteres Stadium dar. An der Stelle, wo sich der Blastoporus schloss, findet sich jetzt eine etwas bedeutendere Einsenkung, die beginnende Ösophaguseinstülpung. An dem gegenüber liegenden Pol hat das Ektoderm auch begonnen sich auf einer großen Strecke einzusenken, um der Schalendrüse den Ursprung zu geben. In dem Velarfelde bemerkt man im Ektoderm eine Stelle mit etwas höheren Zellen, eben so macht sich die Anlage des Fußes durch eine Verdickung des Epithels bemerklich (Fig. 28 *f*). Überall wo die großen Zellen *a* und *b* das Ektoderm nicht berühren, sehen wir unter demselben eine einfache Lage der kleinen Entodermzellen.

Die weitere Entwicklung der Schalendrüse lassen Fig. 30 und 31 erkennen. Sie stellen einen Längs- bzw. Querschnitt durch etwas ältere Stadien dar. Das Epithel des Schalenfeldes senkt sich rasch zu einer bedeutenden Tiefe ein. Dabei verschwindet die in den vorhergehenden Figuren noch auffallende Ausbauchung des Ektoderms und kleinzelligen Entoderms auf der rechten Seite des Embryo, und während derselbe bisher von rechts nach links einen größeren Durchmesser hatte als von oben nach unten, ist das Verhältnis jetzt umgekehrt. Eine Vorstellung von dem Aussehen des lebenden Objektes um diese Zeit giebt uns Fig. 29. Besonders deutlich treten jetzt die Wimpern (*w*) an der Mundeinstülpung hervor, denn durch die eben erwähnte, mit der Einstülpung der Schalendrüse verbundene Gestaltsveränderung wird bewirkt, dass die Embryonen immer auf der rechten oder linken Seite liegen, so dass die Mundeinstülpung im optischen Schnitt erscheint. So lassen sich die Cilien der Mundeinstülpung leicht und sicher von dem davor liegenden Velum unterscheiden. Weiteres Detail zu sehen ist am lebenden Objekt unmöglich.

Die nächsten Veränderungen treten nun an der Schalendrüse auf. Nachdem diese eine Zeit lang die in Fig. 30 und 31 dargestellte Gestalt bewahrt hat, beginnt sie wieder sich auszubreiten, wobei zugleich ein äußerst zartes Schalenhäutchen sichtbar wird (Fig. 32 *s*). Manchmal findet sich dieses Häutchen auch schon früher. Die verdickten Ränder der Schalendrüse, Fig. 32 *mtlr*, werden zum Mantelrand und treten später noch deutlich hervor (Fig. 33).

Der in Fig. 33 dargestellte Embryo ist 20 Stunden älter als der in Fig. 32 abgebildete. Die Darmhöhle hat sich bedeutend vergrößert, hauptsächlich durch Ausdehnung der beiden großen, an Nahrungsdotter reichen Zellen. Es mag hier bemerkt werden, dass diese Zellen auch noch auf späteren Stadien einen deutlichen, sich intensiv färbenden Kern enthalten. Die Einstülpung des Ösophagus hat Fortschritte gemacht und die Cilien an seinem Vorderrande sind verschwunden. Dagegen hat sich der Fuß bedeutend entwickelt und enthält einige Mesodermzellen (*ms*), über deren Herkunft ich leider, wie schon oben bemerkt, keine direkten Angaben machen kann. Die Analzellen sind etwas mehr nach der rechten Seite gerückt. Die Schale hat bedeutend an Umfang zugenommen. Normale Embryonen von Aplysia zeigen keinen soliden Schalenpfropf, wie auch Ray Lankester hervorhebt, dagegen findet sich ein solcher häufig in Fällen abnormer Entwicklung. **Ray Lankester** bildet solche Stadien ab und ich kann seine Beobachtung bestätigen. In diesen Fällen bewahrt die Schalendrüse dann auch die tief sackförmige Gestalt, die sie z. B. in Fig. 31 zeigt.

Vergleichen wir nun mit den geschilderten Verhältnissen die Resultate **Ray Lankester's**, so ist von vorn herein zu bemerken, dass er bei den von ihm Taf. V, Fig. 13—20 abgebildeten Embryonen einige Verhältnisse sich nicht ganz richtig vorstellt.

Was er in Fig. 13 als Anfang des Schalenfeldes betrachtet und mit *shp* bezeichnet, ist weiter nichts als eine zufällig etwas nach innen vorspringende Ektodermzelle; die Schalendrüse entsteht überhaupt an einer ganz anderen Stelle, nämlich in der Nähe des animalen Pols, gegenüber der Stelle, die er mit *ci* bezeichnet hat. Was er in Fig. 13 mit *me* = Mesoblast bezeichnet, ist der kleinzellige Theil des Entoderms, und was in den folgenden Figuren als Differenzirung des Mesoblasts in eine äußere und innere Schicht (Fig. 14 *pme* und *ime*) gedeutet wird, beruht ebenfalls auf Täuschung.

Der Embryo von Aplysia auf dem in Fig. 14 dargestellten Stadium hat schon eine wohl ausgebildete Schalendrüse, und es wäre denkbar, dass **Ray Lankester** den Boden der Schalendrüse als äußeres, das darunter liegende kleinzellige Entoderm als inneres Mesoblast aufgefasst hat (cf. meine Fig. 30). Allerdings muss ich sagen, dass ich diese Schichten am ungefärbten Objekt nie so deutlich unterscheiden konnte. Zu bemerken wäre noch, dass **Ray Lankester** bei diesem Embryo die am Vorderrande des Mundes stehenden Cilien gesehen zu haben scheint, da er hinter dem im optischen Schnitt erscheinenden Velum noch zwei Wimpern zeichnet. Was das in Fig. 14 u. f. mit *ot* bezeichnete und als Otolithenblase gedeutete Gebilde sein soll, weiß ich nicht; jedenfalls ist das sicher, dass sich um diese Zeit noch keine Spur von einer Otolithenblase findet. Die ganze Entstehungsweise der Schalendrüse und das frühzeitige Vorhandensein eines Schalenhäutchens ist **Ray Lankester** entgangen, was auch einigermaßen erklärlich ist, da er sich auf die Untersuchung des lebenden Objekts beschränkte.

Für die weitere Entwicklung der Aplysia sind meine Beobachtungen, wie schon oben erwähnt, noch zu lückenhaft, so dass ich es vorziehe, hier abzubrechen.

Für das wichtigste Resultat meiner Beobachtungen halte ich den Beweis, dass die Entwicklung von Aplysia limacina, so weit sie eingehend verfolgt werden konnte, sich in den wesentlichsten Punkten vollständig dem Gastropodentypus anschließt.

Über das Schicksal des Blastoporus bei Paludina vivipara Müll.

Die Frage nach dem Schicksal des Blastoporus bei Paludina wurde in der letzten Zeit von verschiedenen Autoren in verschiedenem Sinne behandelt. Es war zuerst Ray Lankester[1] und dann Bütschli[2], die sich Beide in gleichem Sinne dahin aussprachen, dass der Blastoporus direkt in den bleibenden After übergehe, während dann Rabl in seiner Arbeit über die Entwicklung der Tellerschnecke sich dagegen aussprach und erklärte, dass bei Paludina der Blastoporus sich eben so schließe und an seiner Stelle der Mund auftrete, wie bei anderen Gastropoden.

Nach dem Erscheinen der Arbeit Rabl's unternahm mein verehrter Lehrer, Herr Professor Bütschli, eine erneute Untersuchung der fraglichen Verhältnisse; da er jedoch durch anderweitige Arbeiten an der Fortsetzung der Untersuchung verhindert war, übernahm ich dieselbe. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass ich bei dem hohen Interesse dieser Frage mit der größten Sorgfalt zu Werke gegangen bin, und stützen sich die im Folgenden darzulegenden Resultate auf eine Reihe von ungefähr 60 Präparaten, die theils im Sommer 1881, theils im Sommer des vorigen Jahres angefertigt wurden.

In den Fig. 34—36 habe ich ein Ei dargestellt, welches ungefähr das Ende der Furchung zeigt. Es ist nicht nöthig etwas Weiteres darüber zu sagen, da sich nicht die geringste Abweichung von dem für die Gastropoden bekannten Typus der Furchung erkennen lässt. Das in Fig. 37 vom vegetativen Pol dargestellte Stadium zeigt bei der gleichen Anzahl der Zellen wie das vorhergehende in so fern einen Fortschritt, als die einzelnen Zellen sich enger zusammengeschlossen und so einen mehr epithelartigen Charakter angenommen haben.

Bei diesem Stadium ist eben so wenig wie bei dem vorhergehenden oder dem nachfolgenden eine Furchungshöhle zu bemerken, wie sie Ray Lankester in Fig. 4 Taf. XXV dargestellt hat, welche Beobachtung Rabl gegen Bütschli aufrecht zu erhalten versucht. Ich habe zwischen Ektoderm und Entoderm nie eine geräumige Höhle finden können, sondern ganz den Figuren Bütschli's entsprechend immer nur einen engen Spalt.

Die nächstfolgenden Entwicklungsvorgänge bestehen nun in einer Vermehrung der Zellen sowohl des Ektoderms als des Entoderms, womit der Beginn der Einstülpung Hand in Hand geht. Wir finden nun zunächst Stadien, wie sie von Bütschli in Fig. 1 und 2 dargestellt worden sind. An diese schließen sich meine Fig. 38 und 39 an, wo der Embryo ungefähr die Gestalt einer hohlen Halbkugel angenommen hat.

---

[1] Ray Lankester, On the invaginate Planula or diploblastic phase of Paludina vivipara. Quart. Journ. of Mikrosk. science. N. S. Vol. XV. 1875. — On the coincidence of the blastopore and anus in Paludina vivipara. Ebenda. Vol. XVI. 1876.

[2] Bütschli, Entwicklungsgeschichtliche Beiträge. Diese Zeitschr. Bd. XXIX.

Der Blastoporus stellt jetzt eine weite Öffnung dar, die gewöhnlich einen etwas ovalen Umriss aufweist. Die Einstülpung macht nun weitere Fortschritte und der Blastoporus verengert sich mehr und mehr (Fig. 40 und 41), ohne dass es möglich wäre festzustellen, ob die Verengerung durch gleichmäßiges Zusammentreten der Ränder stattfindet, oder ob die Vorgänge ähnlich sind wie bei Aplysia, den Pulmonaten und anderen, nämlich dass eine Stelle des Randes unverändert ihre Lage beibehält, während von der gegenüber liegenden Stelle ausgehend allmählich ein Zusammentreten der Ränder stattfindet.

Betrachten wir nun noch ein etwas älteres Stadium, so hat sich der Blastoporus bis auf einen kleinen Spalt verengert (Fig. 44). Zugleich sind in seiner Umgebung zwei Wülste aufgetreten, so dass der Blastoporus in einer Vertiefung liegt, die nach der dorsalen Seite zu auch durch einen kleinen Wulst begrenzt ist, während sie nach der ventralen hin sich allmählich verläuft. Die beiden in den Fig. 42 und 43 dargestellten optischen Schnitte sind ohne Weiteres verständlich. Weiter sind auf diesem Entwicklungsstadium die ersten Spuren des Velums zu bemerken. Auch scheinen hier zum ersten Male an dem Rande des Blastoporus Zellen zwischen Entoderm und Ektoderm — also die ersten Mesodermzellen aufzutreten (Fig. 22 *m*). Ich muss jedoch bemerken, dass hier meine Beobachtungen trotz der größten Sorgfalt eine Lücke aufweisen, indem es mir nicht gelingen wollte, die Abstammung des Mesoderms klar zu stellen. Für die weitere Entwicklung des Mesoderms stimmen meine Beobachtungen vollständig mit denjenigen Bütschli's überein. Das Mesoderm bildet zwei zu beiden Seiten des Embryo von hinten nach vorn verlaufende Streifen. Mit dem weiteren Fortschreiten nehmen die Zellen dieser Mesodermstreifen die für die Gastropoden so charakteristische Spindelform an und durchziehen den ganzen sich allmählich vergrößernden Raum zwischen Ektoderm und Entoderm.

Das eben besprochene Entwicklungsstadium ist das wichtigste für unseren Zweck, denn nur auf ein solches könnten sich die Angaben Rabl's von dem vollständigen Verschluss des Blastoporus beziehen. Er sagt (l. c. p. 606): »Es hat sich herausgestellt, dass die Schließung des Gastrulamundes bei Paludina vivipara in ganz derselben Weise erfolgt, wie bei Planorbis, und dass zur Zeit, als sich das Velum eben zu bilden beginnt, nicht die geringste Spur einer, in der später vom After eingenommenen Gegend bestehenden Öffnung existirt. Nur unmittelbar hinter dem Velum, an der Stelle, an welcher später der Mund erscheint, glaube ich eine seichte Vertiefung, die übrigens mit dem Urdarm in keiner Verbindung stand, gesehen zu haben.«

Meine Beobachtungen haben mich aber zu einem anderen Resultat geführt; ich muss gegen die Behauptung **Rabl**'s die älteren Beobachtungen von **Ray Lankester** und **Bütschli** von dem direkten Übergang des Blastoporus in den After vollständig bestätigen.

Unter den vielen von mir untersuchten Embryonen ist mir kein einziger zu Gesicht gekommen, der in der Lage, wie sie Fig. 42 angiebt, nicht ganz deutlich den Blastoporus gezeigt hätte. Allerdings legen sich die Ränder desselben oft sehr eng an einander (so weit wie ihn **Ray Lankester** in Fig. 7 und 8, Taf. XXV seiner zweiten Mittheilung darstellt, ist er nie), so dass es in der Seitenlage (Fig. 43) oft nur bei der genauesten Orientirung und der besten Beleuchtung gelingt, den unmittelbaren Übergang des Ektoderms in das Entoderm zu sehen, dagegen gelingt es in der Ansicht von oben oder unten (Fig. 42) immer viel leichter sich von dem Vorhandensein des Blastoporus zu überzeugen.

Fig. 45 habe ich noch hierher gesetzt, um das Verständnis der vorigen Figur zu erleichtern. Hier ist schon eine Differenzirung in dem Entoderm eingetreten, indem ein Theil der Zellen desselben begonnen hat, sich durch Anhäufung von Deutolecith zu vergrößern. Wie die Betrachtung älterer Embryonen z. B. bei **Bütschli** Taf. V, Fig. 10 etc. zeigt, liegen diese Zellen ventral. Dadurch sehen wir also ein, dass der Blastoporus oder, wie wir ihn jetzt besser nennen können, der After, der dorsalen Seite genähert liegt. Derselbe ist jetzt wieder vollständig rund und zeigt in noch etwas älteren Stadien aufs deutlichste den Zellenkranz, den **Bütschli** in seinen Fig. 7 und 8 angiebt. An der dorsalen Seite des Embryo ist an der Stelle, wo ein wenig später die Schalendrüse auftritt, eine bedeutende Verdickung des Ektoderms zu bemerken (Fig. 45 *sf*), die dadurch entstanden ist, dass die Zellen sehr hoch und schmal geworden sind. An der ventralen Seite ist hinter dem Velum eine leichte Einsenkung zu bemerken (Fig. 45 *oe*), hier entsteht später der Ösophagus. Im Velarfelde haben die mittleren Zellen sich mit Vacuolen angefüllt, so dass der Kern oft ganz an die Seite gedrängt erscheint. Das Mesoderm bildet bei diesem Embryo, noch ganz deutlich zwei seitliche Streifen, einzelne Zellen jedoch haben sich bereits losgelöst.

Dass der Blastoporus bei Paludina vivipara zum bleibenden After wird, ist eine sehr auffällige Erscheinung, da wir ja wissen, dass bei allen anderen Gastropoden, deren Entwicklung bisher bekannt wurde, derselbe entweder direkt in die spätere Mundöffnung übergeht, oder wenigstens sich an der Stelle verschließt, wo dann im weiteren Verlauf der Entwicklung die Ösophaguseinstülpung auftritt. Es scheint jedoch auch sonst noch der Fall vorzukommen, dass bei relativ nahen Verwandten der Blastoporus ein so verschiedenes Schicksal hat. Ich erinnere an die Beobachtungen von Stossich[1] bei Serpula und von Giard[2] bei Salmacina Dysteri Huxl.

Allerdings sind die Beobachtungen dieser beiden Autoren in neuester Zeit von Götte[3] stark in Zweifel gezogen worden, so dass man vor der Hand kein allzugroßes Gewicht darauf legen darf.

Suchen wir nach einer Erklärung für das verschiedene Schicksal des Blastoporus, so dürfte dies nicht allzuschwer fallen, wenn wir uns vorerst auf die Gastropoden beschränken. Denn wenn wir die betreffenden Verhältnisse bei Aplysia betrachten, so ergiebt sich daraus die gesuchte Erklärung eigentlich von selbst. Wir fanden dort einen langgestreckten Blastoporus, an dessen hinterem Rande schon frühzeitig die beiden Analzellen auftreten, welche uns die Stelle bezeichnen, wo später die Afteröffnung nach außen durchbricht. Ferner sahen wir, dass der Blastoporus sich von hinten nach vorn schloss und dass der Verschluss zuletzt an der Stelle stattfand, wo die Ösophaguseinstülpung auftritt. Bei Aplysia also, wo wir einen sicheren Anhalt für die Lage des Afters in den beiden Analzellen haben, können wir mit vollem Recht sagen, dass der Blastoporus in seiner ursprünglichen Ausdehnung sowohl den definitiven Mund, als den definitiven After umfasst, dass er sich somit über die ganze Bauchfläche erstreckt. Ähnliche Verhältnisse sind ja auch von anderen Gastropoden bekannt. Wohl der Erste, der darauf aufmerksam machte, war Ray Lankester, der bei Lymnaeus den schlitzförmigen Blastoporus beobachtete, und das Gleiche wird durch die neueren Beobachter von anderen Gastropoden berichtet.

Die Idee, dass der Blastoporus morphologisch der Mund- und Afteröffnung der Metazoën entspreche, hat zuerst Bütschli ausgesprochen (l. c. p. 231), und ich glaube, dass nur unter dieser Annahme die Gastraeatheorie noch fortbestehen kann, da es ja nicht nur vereinzelte Fälle sind, in welchen der Blastoporus zum After wird, sondern, da dieses Verhalten bei einer ganzen großen Abtheilung, bei den Echinodermen, konstant ist, und da derselbe auch in vielen anderen Fällen näher dem After als dem Mund gelegen ist, wenn er allerdings auch in keiner direkten Beziehung zu demselben steht.

Wenn wir es versuchen, diese bei den Gastropoden gewonnenen Anschauungen von der morphologischen Bedeutung des Blastoporus auch auf die übrigen Abtheilungen der Metazoen auszudehnen, so erscheint dieses Unternehmen, wenn sich auch in einigen Fällen noch Schwierigkeiten zeigen, vielleicht doch nicht allzugewagt. Für die Würmer hat Götte in neuester Zeit die gleiche Anschauung mit Erfolg durchgeführt. Bei Rhabditis nigrovenosa hat er sogar den Analzellen der Gastropoden ähnliche am Hinterrand des schlitzförmigen Blastoporus gelegene Zellen beobachtet. Unter den Arthropoden sind die betreffenden Verhältnisse noch nicht für alle Gruppen hinreichend genau bekannt, doch dürfte vielleicht das, was wir wissen, unserer Anschauung sich anfügen lassen.

---

[1] Stossich, Beiträge zur Entwicklung der Chaetopoden. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXVII. 1878.

[2] Giard, Note sur l'embryogénie de la Salmacina Dysteri. Compt. rend. 1875.

[3] Götte, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. I.

Beachtung verdienen hier die Entomostraken, wo bei den Cladoceren (Moina rectirostris[1]) der Blastoporus an Stelle des späteren Mundes sich schließen soll, während bei den Copepoden nach Hoeck[2] seine Verschlussstelle der Lage nach dem After entsprechen soll. Vielleicht stimmen damit auch die neueren Beobachtungen von Grobben[3] überein, der bei Cetrochilus septentrionalis einen schlitzförmigen von vorn nach hinten sich schließenden Blastoporus beobachtet hat.

Unter den Tracheaten sind die uns interessirenden Vorgänge am besten bei den Insekten bekannt und wir haben es auch hier mit einem schlitzförmigen, die Bauchfläche einnehmenden Blastoporus zu thun, wenn wir, wie es zuerst Balfour[4] gethan hat, die Mesoblastfurche für den Blastoporus erklären, eine Ansicht, die von den Gebr. Hertwig[5] weiter ausgeführt und begründet wurde.

Auch für die Vertebraten lässt vielleicht sich unsere Anschauung durchführen, wenn wir die Ansichten Balfour's über die Wirbelthiergastrula annehmen, nämlich dass der ganze von der Embryonalanlage nicht bedeckte Theil des Dotters dem bauchständigen Blastoporus entspricht, als dessen letzter Rest sich der neurenterische Kanal und der Primitivstreif, von dessen Rändern das Mesoderm seinen Ursprung nimmt, erhalten hat. Bei Amphioxus soll nach Hatschek[6] der langgestreckte Blastoporus der Rückenseite entsprechen, aber auch diese Schwierigkeit ließe sich beseitigen, wenn wir die Ansicht Kowalevsky's über den Schluss des Blastoporus annehmen, die ja auch Hatschek nicht direkt in Abrede stellt.

Heidelberg, den 15. Januar 1883.

---

[1] Grobben, Entwicklungsgesch. der Moina rectirostris. Arb. aus d. zool. Inst. Wien. 1879.

[2] Hoeck, Zur Entwicklungsgesch. der Entomostraken. Niederl. Arch. 1877.

[3] Grobben, Entwicklungsgesch. von Cetochilus septentrionalis. Arb. a. d. zool. Inst. Wien. 1880.

[4] Balfour, Vergleichende Embryologie. 1880. Bd. I. p. 432.

[5] O. und R. Hertwig, Die Coelomtheorie. Jena 1881.

[6] Hatschek, Studien über die Entwicklung des Amphioxus. I. Arb. aus dem zool. Inst. Wien. Bd. IV. 1881.

Nachschrift.

Mein Manuskript lag schon zum Abschicken bereit, als mir die von Moseley und Sedgwick[1] aus Balfour's Nachlasse mitgetheilten Beobachtungen über die Gastrulabildung bei Peripatus zukamen. Dieselben enthalten eine weitere wichtige Bestätigung der oben vertretenen Ansichten über die Bedeutung des Blastoporus. Bei Peripatus findet sich nämlich auch ein schlitzförmiger, die Bauchseite einnehmender Blastoporus, von welchem der vordere Theil zum Mund, der hintere zum After wird. Ich bin dadurch noch um so mehr zu der Überzeugung gekommen, dass speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen auch in anderen Fällen zum gleichen Resultat führen werden.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren 1—33 zu der Entwicklung von Aplysia gehörig sind mit Seibert V, das Detail mit Imm. VII gezeichnet; die auf Paludina sich beziehenden (Fig. 34—45) mit Imm. VII v. Seibert. Fig. 5—21 entsprechen, was die Umrisse anlangt, den wirklichen Verhältnissen, sind aber in der Ausführung schematisch gehalten. Bei den Ansichten vom animalen Pol sind die Richtungsbläschen weggelassen.

Für alle Figuren geltende Bezeichnungen:

blp, Blastoporus;
oe, Ösophagus;
az, Analzellen;
ect, Ektoderm;
ent, Entoderm;
sd, Schalendrüse;
v, Velum.

Tafel XX und XXI.

Fig. 1. Frisch abgelegtes Ei nach Ausstoßung der Richtungsbläschen.

Fig. 2. Ei in Zweitheilung.

Fig. 3. Ei von einem braunen Laich in Viertheilung.

Fig. 4. Dasselbe im Profil.

Fig. 5. Achttheilung. *a, b, c, d,* Zellen dritter Generation; a_1, b_1, c_1, d_1, erste Generation der Ektodermzellen.

Fig. 6. Zwölftheilung. a_2, b_2, c_2, d_2, zweite Generation der Ektodermzellen.

Fig. 7. Dasselbe Stadium im Profil.

---

[1] Nature. vol. 27. No. 687.

Fig. 8. Übergang zum Zwanzigzellenstadium c_2', d_2', Ektodermzellen der dritten, c_3, d_3, der vierten Generation, von *c* und *d* entstehend.

Fig. 9. Dasselbe im Profil.

Fig. 10. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 11. Zwanzigtheilung.

Fig. 12. Dasselbe vom vegetativen Pol.

Fig. 13. Ein etwas älteres Stadium vom vegetativen Pol.

Fig. 14. Ein noch älteres Stadium in der gleichen Ansicht.

Fig. 15. Ein weiter fortgeschrittenes Stadium in der gleichen Ansicht.

Fig. 16. Ein ähnliches Stadium wie Fig. 15 vom animalen Pol.

Fig. 17. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 18. Ein in abnormer Weise regelmäßig gefurchtes Ei.

Fig. 19. Ein etwas älteres Ei als das in Fig. 16 dargestellte vom vegetativen Pol, die Entstehung zweier kleinen Entodermzellen von *a* und *b* zeigend. d_c von *d* entstanden.

Fig. 20. Älteres Stadium in der gleichen Ansicht.

Fig. 21. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 22. Stadium, bei welchem die Umwachsung der großen Zellen *a* und *b* durch das Ektoderm zur Bildung des Blastoporus geführt hat.

Fig. 23. Optischer Schnitt durch das vorige Stadium; seine Richtung wird durch die Pfeile in der vorigen Figur angegeben.

Fig. 24. Ein älteres Stadium, bei welchem der Blastoporus begonnen hat sich von hinten nach vorn zu schließen.

Fig. 25. Nach dem lebenden Objekt gezeichneter 46 Stunden alter Embryo, am Vorderrand des Blastoporus finden sich die Wimpern *w*.

Fig. 26. Ein ähnliches Stadium im präparirten Zustand; die großen Zellen beginnen aus einander zu weichen.

Fig. 27. Ein älteres Stadium mit den ersten Spuren des Velums.

Fig. 28. Optischer Längsschnitt durch ein älteres Stadium, die beginnende Einstülpung der Schalendrüse *sd* zeigend. Die Wimpern an der Mundeinstülpung sind am Präparat nicht zu sehen.

Fig. 29. Nach dem lebenden Objekt gezeichneter Embryo mit vollständig eingestülpter Schalendrüse.

Fig. 30. Längsschnitt durch einen ähnlichen Embryo wie der in der vorigen Figur dargestellte.

Fig. 31. Querschnitt durch einen eben solchen Embryo.

Fig. 32. Längsschnitt durch einen Embryo, um die beginnende Wiederausstülpung der Schalendrüse zu zeigen. *s*, Schalenhäutchen; *mtlr*, Mantelrand.

Fig. 33. Älterer Embryo mit wohl entwickeltem Fuß und den ersten Spuren des Mesoderms *ms*.

Zur Entwicklung von Paludina vivipara Müll.

Fig. 34. Furchungsstadium vom animalen Pol.

Fig. 35. Dasselbe vom vegetativen Pol.

Fig. 36. Optischer Durchschnitt desselben.

Fig. 37. Ein etwas weiter fortgeschrittenes Stadium.

Fig. 38. Stadium, welches den Beginn der Einstülpung zeigt, vom vegetativen Pol.

Fig. 39. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 40. Ein älteres Stadium vom vegetativen Pol.

Fig. 41. Dasselbe im optischen Schnitt.

Fig. 42. Optischer Schnitt durch ein älteres Stadium in der Richtung der Pfeile *a, b* Fig. 44.

Fig. 43. Optischer Schnitt durch dasselbe Stadium in der Richtung der Pfeile *c, d* Fig. 44.

Fig. 44. Ansicht des Blastoporus des in den beiden vorigen Figuren dargestellten Stadiums.

Fig. 45. Optischer Längsschnitt durch ein noch älteres Stadium. *sf,* Schalenfeld; *af,* After.

Über die Drüsen des Mantelrandes bei Aplysia und verwandten Formen.

Von

Dr. **Friedrich Blochmann,**
Assistent am zoologischen Institut zu Heidelberg.

Mit Tafel XXII.

Während meines Aufenthaltes an der zoologischen Station zu Neapel untersuchte ich die beiden größeren Arten von Aplysia, nämlich A. limacina L.[1] und depilans L., gelegentlich etwas genauer, in der Hoffnung, vielleicht irgend ein charakteristisches, für die Systematik zu verwerthendes Merkmal zu finden. Dabei durchschnitt ich zufällig den Mantelrand von A. limacina und wurde der bläschenförmigen Purpurdrüsen ansichtig. In der Absicht mich über den Bau dieser Drüsen zu unterrichten, fertigte ich einige Querschnitte durch den Mantelrand an und machte dabei die Bemerkung, dass wir es hier mit einzelligen Drüsen von riesigen Dimensionen zu thun haben. Denn die einzelne Drüsenzelle erreicht hier im besten Fall eine Länge von 1 mm und sogar noch darüber. Die Größe dieser Zellen und ihrer Kerne veranlassten mich sofort, nach Theilungen zu suchen, da zu hoffen war, dass bei Kernen von 0,08—0,1 mm Durchmesser über die feinsten Vorgänge bei der Theilung Manches sich ermitteln ließe. Die weitere Untersuchung zeigte mir jedoch bald, dass diese Zellen sich nie theilen, und so gab ich, da ich ohnehin mit Anderem zu thun hatte, die Untersuchung ganz auf. Als ich aber hierher zurückgekehrt, die Präparate, die ich von diesen Drüsen hatte, noch einmal genauer ansah, fand ich doch Manches, was mir der eingehenderen Untersuchung werth schien. Ich unternahm dieselbe, obgleich es mir an speciell zu diesem Zweck konservirten Material gebrach. Darin liegt der Grund dafür, dass ich im Folgenden Dies und Jenes etwas zweifelhaft lassen muss. Ich hoffe, dass es einem Anderen, dem frisches Material zur Verfügung steht, bald gelingen werde, die noch fraglichen Punkte definitiv zu erledigen.

---

[1] Wegen des Namens verweise ich auf eine demnächst erscheinende Abhandlung über die Systematik der Aplysien von Neapel.

Die in Rede stehenden Drüsen wurden von mir am eingehendsten untersucht bei A. limacina L. und depilans L. Ferner wurden zur Vergleichung folgende verwandte Formen herangezogen: Aplysia punctata Cuv., Dolabella dolabrifera Cuv. und Notarchus neapolitanus Delle Chiaje. An einem zufällig erbeuteten jungen Exemplar von A. depilans war es mir auch möglich Einiges über die Entwicklung dieser Drüsen zu eruiren.

Ich will zur allgemeinen Orientirung hier zuerst einige Angaben über den allgemeinen Bau des Mantelrandes oder des sogenannten Kiemendeckels machen.

Die Grundlage des Mantelrandes oder Kiemendeckels wird, wie die der ganzen Körperwand, von dem eigenthümlichen maschigen, bei den Mollusken so verbreiteten Bindegewebe gebildet, in welchem sich außer den gewöhnlichen Bindegewebszellen auch sogenannte Plasmazellen finden, die einen großen, mit glänzenden Körnchen vollgepfropften Protoplasmakörper aufweisen. Am häufigsten sind dieselben bei A. depilans. Die äußere Begrenzung des Mantelrandes wird durch ein einschichtiges mit deutlichem Cuticularsaum versehenes Cylinderepithel gebildet, dessen Zellen pigmenthaltig sind. Diesem Epithel gehören auch die nachher zu betrachtenden verschiedenen Drüsenformen an. Dieses Epithel trägt auf der Oberseite des Kiemendeckels bei A. punctata Wimpern, was schon Boll[1] angiebt, bei den anderen von mir untersuchten Formen ist es frei von Cilien. Modificirt ist dieses Epithel da, wo es die Schale erzeugt, indem die Zellen dort hoch cylindrisch sind und das ganze Epithel gefältelt erscheint. Dem Epithel dicht anliegend finden wir ein reich verzweigtes Gewebe von einfachen und verästelten Muskelfasern, die in allen möglichen Richtungen verlaufen. Ein anderes System von transversalen Muskelfasern verläuft in dem Bindegewebe von der oberen zur unteren Seite des Mantelrandes. In dem Bindegewebe verlaufen ferner die Nerven und die Blutgefäße, welche sich schließlich in die Lückenräume auflösen. Ferner sind die verschiedenen Drüsen, zu deren Betrachtung wir jetzt übergehen wollen, in das Bindegewebe eingelagert.

Dabei werde ich mich hauptsächlich an die bei A. limacina und depilans sich findenden Verhältnisse halten, und daran anschließend, immer die Punkte erwähnen, wo die anderen Formen mit diesen übereinstimmen, oder von ihnen abweichen. Ich werde zuerst die einfacher gebauten kleineren Drüsen erwähnen, um dann erst die komplicirteren Purpurdrüsen und die ihnen analogen Drüsen bei den weniger reichlich Purpur absondernden Arten zu betrachten, die wir vielleicht als Milchsaftdrüsen bezeichnen können.

---

[1] F. Boll, Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Archiv für mikr. Anat. Bd. V. Suppl. 1869.

Die zu besprechenden Drüsen sind alle einzellig und finden wir die einfachsten in Gestalt sogenannter Becherzellen überall in dem Epithel der verschiedenen Arten verbreitet. Wir sehen sie in Fig. 3 *bz* und bz_1 von der oberen Seite des Mantels von A. depilans abgebildet. Sie übertreffen die gewöhnlichen Epithelzellen nicht viel an Größe. Der Kern ist wandständig und nicht immer leicht zu sehen. Diese Zellen sind mit einem hellen Sekret (Schleim) angefüllt, der sich mit Karmin und Hämatoxylin intensiv färbt. Wohl dasselbe Sekret enthalten andere einzellige Drüsen (Fig. 3 bz_1), die nur in der Form etwas abweichen. Sie sind birnförmig und treten nach innen über das Epithel heraus. Diese Drüsen finden sich am häufigsten auf der oberen Seite des Kiemendeckels, jedoch sind sie auch auf der unteren nicht gerade selten.

Eine dritte Art von einzelligen Drüsen ist in Fig. 2 *dr* von der unteren Seite des Mantelrandes von A. depilans dargestellt. Es sind auch umgewandelte Epithelzellen, die sich bedeutend in die Länge gestreckt haben. Sie enthalten einen großen Kern und ihr Protoplasma ist mit zahlreichen Sekretkörnchen erfüllt. Ihr verschmälertes, zwischen die Epithelzellen hineinragendes Ende fungirt als Ausführgang, und ich glaube mit ziemlicher Sicherheit behaupten zu können, dass sie mit einer Membran versehen sind. Diese Art von Drüsenzellen findet sich bei allen untersuchten Arten, jedoch immer nur auf der Unterseite des Mantelrandes zwischen den großen Purpurdrüsen. Verhältnismäßig wenig entwickelt bei A. limacina und depilans, erreichen sie ihre stärkste Ausbildung bei A. punctata (Fig. 1 *dr*), wo sie dicht gedrängt stehen und viel größer werden als bei den zuerst genannten Arten. Im Zusammenhang mit der reichlichen Entwicklung dieser Drüsen treten die anderen größeren, Purpur absondernden Drüsen bei A. punctata an Zahl und Umfang bedeutend zurück. Besondere Erwähnung verdient hier noch Dolabella dolabrifera Cuv. Hier finden wir am mittleren Theil des Kiemendeckelrandes Drüsen von dem eben geschilderten Bau reichlich entwickelt (Fig. 6), während vorn und hinten ganz andere, nämlich mehrzellige Drüsen sich finden, wie sie in Fig. 4 und 5 im Längs- und Querschnitt dargestellt sind. Eigenthümlich ist bei diesen Drüsen, dass jede aus zwei kontinuirlichen Lagen von Zellen gebildet werden, von denen die dem Ausführgang zunächst anliegenden (Fig. 5 *hz*) kleiner sind und helleres Protoplasma aufweisen als die anderen, die äußere Schicht zusammensetzenden (*belz*). Äußerlich sind diese Drüsen von einer aus flachen Bindegewebszellen gebildeten Tunica propria umgeben, die besonders deutlich bei *x* (Fig. 5) hervortritt, da sie sich hier etwas abgehoben hat.

Die interessantesten Drüsenformen sind die nun zu besprechenden Purpur-, bzw. Milchsaftdrüsen[1], und zwar desswegen, weil wir es hier mit ziemlich komplicirten Organen zu thun haben, welche wir im Grunde doch als einzellig betrachten müssen. Denn die sekretorische Funktion wird von einer einzigen riesigen Zelle besorgt, welche aber durch eine Ektodermeinstülpung einen besonderen mehrzelligen Ausführgang erhalten hat. Ferner ist die sekretorische Zelle von einer Bindegewebsschicht umgeben, in welcher sich ein Netz von verzweigten Muskelzellen findet.

Betrachten wir zuerst den in Fig. 7 dargestellten, wenig vergrößerten, Längsschnitt durch eine solche Purpurdrüse von A. limacina. Die Drüsenzelle selbst zeigt einen Hohlraum, der daher kommt, dass das in ihm enthaltene Sekret beim Tödten des Thieres zum Theil entleert wird. Das Protoplasma, welches noch reichlich Sekretkörnchen enthält, bildet einen wandständigen Belag (*pr*) und enthält den Kern (*n*), welcher im Verhältnis zur Zelle ziemlich klein ist. Der Hohlraum der Drüsenzelle steht durch einen ziemlich langen mehrzelligen Ausführweg (*af*) mit der Unterseite des Kiemendeckels in Verbindung.

Um uns nun über den Bau der Drüsenwandung zu orientiren, wollen wir zunächst den in Fig. 8 dargestellten Querschnitt betrachten. Zunächst muss ich bemerken, dass es mir auf keine Weise möglich war, eine Zellmembran zur Anschauung zu bringen, weder auf den feinsten Schnitten noch am Rande von Flächenpräparaten konnte ich eine solche wahrnehmen. Eben so blieben alle Macerationsversuche, die übrigens bei dem Alkoholmaterial überhaupt nur unvollkommen gelangen, ohne Erfolg. Ich muss darum vor der Hand annehmen, dass die Zelle ohne eigentliche Membran ist. Sie wird dicht umhüllt von einer Lage von Bindegewebszellen, deren Grenzen sich nicht erkennen lassen, und deren Ausdehnung man nur nach dem Abstand der Kerne

---

[1] Bekanntlich sondern nicht alle Aplysien in gleichem Maß Purpursaft ab, sondern diese Eigenschaft besitzen vorwiegend die an A. limacina sich anschließenden Formen, während die an A. depilans sich anreihenden aus homologen und eben so gebauten Drüsen theils einen weißen stinkenden Saft, theils Purpur absondern. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich auch sonst noch. Bei den letzteren sind die Schwimmlappen bis zum Sipho verwachsen, bei den ersteren sind sie es nicht; die letzteren haben ein großes Loch im Mantel, die ersteren eine kleine in einen Kanal ausgezogene Öffnung. Wegen weiterer Unterschiede vergleiche man: SANDER RANG, Histoire naturelle des Aplysies und DELLE CHIAJE, Animali senza vertebre.

n_b ungefähr beurtheilen kann. Zwischen diesen Bindegewebszellen treffen wir zahlreiche Muskelfasern im Längs-Querschnitt an (*ms*).

Um sich eine Flächenansicht der Drüsenwand zu verschaffen, verfährt man am besten so, dass man eine Zelle herauspräparirt, sie auf dem Objektträger in der Mitte durchschneidet, die beiden Hälften durch Auspinseln von dem Inhalt befreit und dann flach ausbreitet. So gelingt es leicht das Geflecht der Muskelzellen zur Anschauung zu bringen (Fig. 11). Die einzelnen Zellen sind reichlich verästelt und zeigen deutlich eine fibrilläre Differenzirung des Protoplasma, welches nur in der unmittelbaren Nähe des ziemlich großen Kernes eine feinkörnige Beschaffenheit bewahrt hat. Die einzelnen Muskelzellen stehen durch ihre Fortsätze mit einander in Zusammenhang. Zwischen ihnen sind überall die dem Bindegewebe angehörigen Kerne n_b sichtbar. Bei Aplysia limacina erscheinen die Fortsätze der Muskelzellen auf dem Durchschnitt mehr rundlich (Fig. 8), während sie bei A. depilans ganz flach bandförmig sind. Außerdem ist das Muskelgeflecht bei A. limacina auch dichter als bei der anderen erwähnten Art.

Dass zu diesen Drüsen Nerven herantreten, welche einerseits mit den Muskelzellen, andererseits mit dem Zellprotoplasma in Verbindung treten, darf wohl kaum zweifelhaft erscheinen. Es war mir aber, da ich nur auf Alkoholmaterial angewiesen war, nicht möglich, diesen Punkt eingehend zu untersuchen, ich bin aber fest überzeugt, dass es bei frischem Material nicht schwer fallen dürfte, diese Verhältnisse aufzuklären. Wenn man die Drüsenzellen mit der Pincette aus dem umgebenden Bindegewebe herauszieht, so bemerkt man meist in dem daran hängen bleibenden Bindegewebe ein Nervenstämmchen, das ich jedoch nie weiter verfolgen konnte. Auf Flächenpräparaten der Drüsenwand sieht man manchmal Zellen, wie die in Fig. 12 mit *gz* bezeichnete, die deutlich fibrilläre Ausläufer und einen großen Protoplasmakörper haben; ich glaube, dass man sie wohl wird als Ganglienzellen betrachten dürfen.

Der Ausführgang der Drüsenzellen ist, wie wir weiter unten sehen werden, aus einer Epitheleinstülpung entstanden. In Fig. 10 ist derselbe im Querschnitt dargestellt und wir sehen, dass er aus ziemlich hohen und schmalen Cylinderzellen besteht, deren Kerne dem äußeren Ende genähert liegen. Ob die Zellen im Leben mit Wimpern versehen sind, kann ich nicht sagen, ich glaube jedoch nicht, dass es der Fall ist, da sich die Drüsenzellen ja bei Reizung des Thieres aktiv durch die Wirkung der sie umspinnenden Muskelzellen entleeren.

Der in Fig. 9 dargestellte Längsschnitt durch den Ausführgang zeigt uns den Anfang desselben an der Basis der Drüse. Der aufgewulstete Rand desselben springt etwas in das Lumen der Drüsenzelle vor. Das die Zellenbasis und das obere Ende des Ausführganges umgebende Bindegewebe ist, wie die Figur zeigt, fibrillär differenzirt. Die Fasern strahlen, wie Flächenpräparate dieser Stelle zeigen, nach allen Seiten gleichmäßig aus und verlieren sich in nicht allzugroßer Entfernung unter den gewöhnlichen Bindegewebszellen, die weiter oben die Wand der Drüsenzelle bilden. Bei A. depilans sind die Zellen des Drüsenausführganges nicht so hoch cylindrisch, sondern mehr kubisch, die übrigen Verhältnisse stimmen mit den geschilderten überein.

Hier möchte ich noch das Wenige anfügen, was ich über das Protoplasma und den Kern der ausgebildeten Drüsenzelle zu sagen habe. Wie schon bemerkt bildet das Protoplasma einen Wandbeleg; es scheint sich auch besonders im oberen Theil der Zelle in Strängen durch den Hohlraum hindurchzuziehen. Es ist feinkörnig und enthält sehr kleine Sekretkörnchen. Der Kern ist meistens nahe der Wand gelegen (Fig. 7 und 8 *n*) und zeigt die gewöhnliche Struktur. Nucleolen habe ich deutlich nur bei jungen Drüsenzellen wahrnehmen können (Fig. 15 und 16). Eine homogene Kernmembran scheint nicht vorhanden zu sein, wohl aber eine äußere verdichtete Schicht von Kernsubstanz, die sich auch immer sehr intensiv färbt. Am frischen Material ließe sich an diesen riesigen Kernen wohl noch Manches über die feinere Struktur derselben eruiren.

Entwicklungsstadien der besprochenen Drüsen finden sich zahlreich bei jungen Thieren und sind die Fig. 13—16 Querschnitten durch den Kiemendeckel einer jungen A. depilans entnommen.

Die Drüsen entstehen aus Epithelzellen, die rasch an Volum zunehmend in das Bindegewebe hineinrücken, ohne jemals den Zusammenhang mit der Außenwelt zu verlieren, Anfangs findet sich noch kein Hohlraum im Inneren (Fig. 13 und 14) und der im Verhältnis zur Zelle sehr große Kern füllt diese fast ganz aus. In diesen frühen Stadien scheinen die Zellen wenigstens in ihrem unteren Theile eine Membran zu besitzen, von der ich aber, wie oben bemerkt, bei der ausgebildeten Zelle keine Spur mehr finden konnte. Mit der allmählichen Vergrößerung der Zellen legen sich einzelne Bindegewebszellen enger an sie an (Fig. 14 und 15), um schließlich einen kontinuirlichen Überzug zu bilden (Fig. 16). In Fig. 15 hat schon die Einstülpung des Epithels begonnen, welche den Ausführgang liefert, in Fig. 16 endlich ist schon deutlich ein solcher mehrzelliger Ausführgang vorhanden. Woher die Muskelzellen stammen, welche später die Drüsenzelle mit einem dichten Netz umspinnen, kann ich nicht durch direkte Beobachtung angeben. Am natürlichsten erscheint die Annahme, dass sie von dem der Innenseite des Epithels anliegenden Muskelnetz ihren Ursprung nehmen.

Wenn wir uns in der Litteratur nach ähnlichen Drüsenzellen umsehen, so finden wir für die zuerst besprochenen kleineren Formen leicht Analoga, da speciell für die Gastropoden die weite Verbreitung der Becherzellen und einzelligen Drüsen durch die Arbeiten von Semper[1], Boll[2], Flemming[3], Leydig[4] und Anderen nachgewiesen wurde. Ich kann mir eine eingehendere Diskussion der Resultate dieser Forscher ersparen, da die betreffenden Drüsen der Aplysien in allen wesentlichen Verhältnissen mit den von ihnen bei anderen Gastropoden gefundenen übereinstimmen. Nur möchte ich noch bemerken, dass ich mich der Ansicht von Boll und Leydig anschließen muss, welche die einzelligen Drüsen als umgebildete Epithelzellen betrachten, entgegen der von Flemming, welcher sie aus Bindegewebszellen hervorgehen und erst nachträglich mit der Außenwelt in Verbindung treten lässt.

Über den feineren Bau der Purpurdrüsen habe ich nicht die geringste Notiz in der Litteratur auffinden können. Obgleich keinem Naturforscher, der sich in irgend einer Weise mit den Aplysien beschäftigte, die Absonderung des Purpur-, resp. Milchsaftes entgehen konnte, so hat doch noch Niemand die dieses Sekret liefernden Organe genauer untersucht. Cuvier hält die sog. dreieckige Drüse, die nichts weiter ist als die Niere für das eigentliche den Purpur absondernde Organ. Bronn (Klassen und Ordn. Bd. III. p. 696) hat nicht erkannt, dass die dreieckige Drüse Cuvier's die Niere ist, er hält sie für ein besonderes Organ von unbekannter Bedeutung und giebt an, sie fehle bei den kalkschaligen Formen, also z. B. A. depilans L. Das ist selbstverständlich nicht der Fall, sondern dieselbe ist da wie dort vorhanden. Abgesehen nun davon, dass durch die Kenntnis dieser Drüsen eine Lücke in unserer Kenntnis des Baues der Pomatobranchier ausgefüllt wird, haben dieselben noch ein allgemeineres Interesse, da wir es hier mit Organen zu thun haben, welche im Grunde genommen den Werth einer Zelle haben, die aber trotzdem durch Hinzutreten von anderen Gewebselementen, Bindegewebe, Muskeln, Nerven (?) einen komplicirteren Bau erlangt haben. Überhaupt sind nur wenige Fälle bekannt, wo, wie hier, eine einzelne Zelle mit besonderen zu ihrer Bewegung dienenden Muskeln ausgerüstet ist. Als analogen Fall kann ich nur die Chromatophoren der Cephalopoden aufführen.

---

[1] Semper, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1857.

[2] l. c.

[3] Flemming, Untersuchungen über die Sinnesepithelien der Mollusken. Archiv f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870.

[4] Leydig, Die Hautdecke u. Schale d. Gastropoden. Arch. f. Naturgesch. 1876.

Schließlich bleibt mir noch übrig, Einiges über die Verbreitung der Purpur-, resp. Milchsaftdrüsen zu sagen. Unter den von mir untersuchten Formen kommen Purpurdrüsen nur der A. limacina und punctata zu. Analog gebaute Milchsaftdrüsen finden sich zahlreich bei A. depilans und Notarchus neapolitanus, weniger häufig bei A. punctata und nur vereinzelt bei Dolabella dolabrifera in dem mittleren Theil des Mantelrandes.

Heidelberg, den 12. Februar 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Wo nichts Besonderes angegeben ist, sind die Figuren mit Seibert Syst. V und der Oberhäuser'schen Camera gezeichnet und dann um die Hälfte verkleinert worden.

Für alle Figuren geltende Buchstaben.

dr, Drüse mit körnigem Inhalt; *pdr*, Purpur-, resp. Milchsaftdrüse (bei A. depilans); bz_1, kleine, bz_2, große Becherzellen; *ep*, Epithel; *cu*, Cuticula; *bdg*, Bindegewebe; *ms*, Muskel; *nr*, Nerv; *n*, Zellkern; n_b, Kern der Bindegewebszellen; n_m, Kern der Muskelzellen; *af*, Ausführgang der Purpurdrüsen.

Tafel XXII.

Fig. 1. Querschnitt durch den unteren Theil des Mantelrandes von Aplysia punctata Cuv.

Fig. 2. Dasselbe von A. depilans L.

Fig. 3. Querschnitt durch den oberen Theil des Mantelrandes von A. depilans L.

Fig. 4. Querschnitt durch den hinteren Theil des Mantelrandes von Dolabella dolabrifera Cuv.

Fig. 5. Ein der Oberfläche paralleler Schnitt durch dieselbe Region. *hz*, innere Zellen (Hauptzellen); *belz*, äußere Zellen (Belegzellen).

Fig. 6. Querschnitt durch den mittleren Theil des Mantelrandes desselben Thieres.

Fig. 7. Zwei Purpurdrüsen von A. limacina L. im Längsschnitt. Vergr. 70. *pr*, protoplasmatischer Wandbeleg.

Fig. 8. Querschnitt durch die Wandung einer Purpurdrüse von A. limacina L. Seibert, homog. Im. $^1/_{12}$.

Fig. 9. Längsschnitt durch die Basis der Drüsenzelle, den Ausführgang zeigend. *bdgf*, fibrillär differenzirtes Bindegewebe.

Fig. 10. Querschnitt durch den Ausführgang.

Fig. 11. Flächenpräparat der Drüsenwand von A. limacina L. Seibert, hom. Im. $^1/_{12}$.

Fig. 12. Dasselbe von A. depilans. *gz*, Ganglienzelle. Seibert, hom. Im. $^1/_{12}$.

Fig. 13, 14, 15, 16. Verschiedene Entwicklungsstadien der Milchsaftdrüsen nach Querschnitten durch den Mantelrand eines jungen Exemplares von Aplysia depilans L.

Beiträge zur Kenntnis der Medusen.

Von

Dr. **Otto Hamann.**

Mit Tafel XXIII.

I. Zur Entwicklung der Geschlechtsorgane der Discomedusen.

Über den Bau sowohl wie über die Entstehung der Geschlechtsorgane der Discomedusen liegen uns nur einzelne wenige Beobachtungen vor, welche von Claus[1] und Hertwig[2] herrühren. Dieselben beziehen sich auf Formen wie Aurelia, Chrysaora und Rhizostoma, welche Claus untersuchte und Pelagia so wie Charybdea, über welche von Hertwig Angaben vorliegen. In allen Fällen sind es aber entwickelte Thiere, welche untersucht wurden; über die Bildung der Organe an den Ephyrulis liegen bis auf eine kurze Mittheilung von Claus aber keine Angaben vor. Ein reiches Material, welches ich im Winter 1882/83 in der zoologischen Station zu Neapel sammeln konnte, macht es mir möglich über die Geschlechtsorgane der Ephyriden einige Untersuchungen anstellen zu können.

Über die Ausgangsformen der Discomedusen, als welche wir nach Haeckel die Ephyriden betrachten sollen, finden sich, so weit ich die Litteratur kenne, was den Bau der Geschlechtsorgane anlangt, keinerlei Mittheilungen und doch kann man nicht ohne Berechtigung annehmen, dass die Ephyriden als uns ursprünglichst erhaltene Formen auch diese Organe in einer Weise erhalten haben werden, auf welche sich die Bildungen der übrigen Klassen zurückführen lassen werden.

Ob dies der Fall ist, dies zu entscheiden, ist der eine Theil meiner Aufgabe.

---

[1] Claus, Studien an Polypen und Quallen der Adria. I. Discomedusen. Wien 1877.

[2] Hertwig, Die Aktinien. p. 141. in: Jenaische Zeitschr. Bd. XIII. 1879.

Die Ephyriden sind von Haeckel als erste Familie der Discomedusen aufgestellt. Sie sind am besten charakterisirt, wenn man sie als im Großen und Ganzen bleibende Ephyraformen bezeichnet. Diese Klasse zerfällt in die drei Subfamilien der Palephyriden, zu welcher die Genera Ephyra, Palephyra und Zonephyra gehören, in die Nausithoiden und die Collaspiden[1].

Die Untersuchung konnte ich an Nausithoe punctata Kölliker führen, welche in den jüngsten und ältesten Stadien mir zu Gebote stand.

Nausithoe besitzt bereits acht getrennte adradiale Gonaden, zeigt also schon einen abweichenden Typus von den Palephyriden, welche vier interradial gelegene Gonaden von hufeisenförmiger Gestalt zeigen. Dass aber die acht Gonaden der Nausithoe aus ursprünglich vier hervorgegangen sind, erkennt man aus den Übergängen, welche zwischen Palephyriden und der letzteren sich zeigen. So besitzt die als Nausicaa benannte Form paarweise Gonaden, welche zu vier hufeisenförmigen Gruppen verbunden sind, »so dass die Proximalenden von je zwei bohnenförmigen Geschlechtsdrüsen gegen den Interradius konvergiren«.

Die acht Gonaden, welche in den Adradien liegen, bilden kugelige Säckchen, welche im ausgebildeten Zustand in der Mitte die innere Höhlung durchschimmern lassen und so ein Bild geben, als wenn hier eine Vertiefung vorläge (s. Fig. 1).

Entstehung und Bau der Ovarien.

(Nausithoe punctata.)

Ich beginne mit der Beschreibung des Ovariums, um dann die Beschreibung des Hodens so wie die Bildung der Spermatozoen zu erörtern.

Die Ephyrula der Nausithoe, welche mit nur je einem Gastralfilament in jedem der Interradien versehen ist, zeigt bereits die erste Anlage der Geschlechtsorgane. Es findet sich eine Verdickung des Gastralepithels der Subumbralwand des Magens, welche hinter dem Gastralfilament liegt. Leider war das weitere Entwicklungsstadium nicht vorhanden, so dass ich nicht mit voller Sicherheit den Satz aussprechen kann, dass sich aus den vier Anlagen der Gonaden, welche sich in den Interradien finden, die acht später in den Adradien liegenden Organe entstanden wären, und damit die phylogenetische Entstehungsweise hier rekapitulirt würde. Wie dem auch sei, sicher ist, dass die erste Anlage eine Verdickung des Epithels vorstellt.

In Fig. 2 ist die erste Anlage gezeichnet. Vergleicht man den

---

[1] Da von Haeckel der Name »Ephyra« als Gattungsname verwendet ist, will ich die von ihm vorgeschlagene Bezeichnung »Ephyrula« für das bisher als »Ephyra« beschriebene Entwicklungsstadium gebrauchen.

Längsschnitt in Fig. 3, welcher durch ein weiter entwickeltes Ovarium gelegt ist, so sieht man, dass die Bildung des »Geschlechtssäckchens« auf folgende Weise vor sich gegangen ist.

Während das Keimepithel, so soll die bestimmte Zone des Gastralepithels heißen, zu wuchern beginnt, erhebt sich die darüber liegende Schicht (*en*^{1}) als Falte. Zugleich entwickelt sich die bisher nur als feine Membran kenntliche Stützlamelle, in welche die Eier einwandern. Indem die Hervorwölbung des Gastralepithels mit der Stützlamelle eine halbkugelige Form einnimmt, entsteht ein Hohlraum innerhalb des Säckchens (*h*). Das älteste Ei befindet sich am Distalende des Geschlechtssäckchens, während sich um dasselbe die jüngeren gruppiren. Die Stützsubstanz wird schließlich in so weit verdrängt, dass sie nur noch als Hülle, welche jedes Ei umgiebt, sich findet. Die Eier zeichnen sich durch ein kleines Keimbläschen aus, im Verhältnis zu den Eiern der Pelagia, welche im selben Entwicklungsstadium ein weit größeres Keimbläschen zeigen. Die Eier werden von keiner Dotterhaut umgeben, sondern sind vollkommen nackt, wie dies bei Pelagia und anscheinend auch den übrigen Discomedusen der Fall ist.

Das Gastralepithel zeigt da, wo es als Wandung des Säckchens auftritt, eine palissadenförmige Gestalt seiner Zellen. Die Zellen, welche den Hohlraum begrenzen, zeigen eine abgeplattete Gestalt. Das Exoderm nimmt da, wo es das Keimepithel überzieht, eine andere Form an, als es an der übrigen Subumbralwand zeigt. Die Zellen sind hier äußerst abgeplattet, so dass außer dem Kern nur wenig Protoplasma zu erkennen ist (Fig. 3 *ex*).

Das ausgebildete Eisäckchen unterscheidet sich von dem in Fig. 3 dargestellten nur durch seine Größe.

Der Bau des Hodens.

(Nausithoe punctata.)

Ich will sofort zur Beschreibung des Hodens übergehen, wie er sich auf Schnitten zeigt.

Betrachtet man den Hoden zunächst auf Tangentialschnitten, so bietet derselbe ein Bild dar, welches an ein in Furchung begriffenes Ei erinnert. Die einzelnen den Furchungskugeln vergleichbaren Theile sind die Hodenfollikel. Die Anordnung derselben studirt man am besten mit Hilfe eines Längsschnittes, wie er in Fig. 7 gegeben ist. Die einzelnen Follikel liegen dicht gedrängt durch eine geringe Substanz der Stützlamelle von einander getrennt. Durch die starke Entwicklung der Follikel ist der Hohlraum (*h*), welcher im Ovarium einen großen Theil einnimmt (s. Fig. 3), auf ein Minimum reducirt. Im Allgemeinen finden sich dieselben Schichten wieder, wie sie bei der Betrachtung des Baues des Ovariums uns entgegentraten. Wie dort die Eier erst sekundär in die Stützsubstanz gelangen, so ist dies hier mit den Hodenfollikeln der Fall, welche sich von dem Keimepithel abschnüren und dicht gedrängt an einander lagern, so dass sie eine birnförmige Gestalt erhalten. Die zugespitzten Enden der einzelnen Follikel konvergiren gegen den Hohlraum, während ihr stärker gewölbter Theil an die Peripherie des ganzen Gebildes grenzt.

Der Inhalt der Follikel besteht bei solchen, welche noch im unreifen Stadium sich befinden, aus großen kugeligen Zellen, in deren Inneren viele Kerne sich zeigen (s. Fig. 10, 11). Diese Zellen liegen dicht an einander gefügt. Zwischen denselben, die Lücken ausfüllend, findet sich eine Zwischensubstanz, welche der der Stützlamelle gleichkommt und sich mit Hämatoxylin nicht tingirt. Sobald jedoch die Hodenfollikel ihre Reife erlangt haben, beginnen die Zellen, welche im Centrum jedes Follikels liegen, in kleinere Zellen, anscheinend in zwei, sich zu theilen. In diesen letzteren bilden sich die Spermatozoen aus und zwar findet man meist vier oder mehr innerhalb jeder Zelle. Die ersten Spermatozoen trifft man im Centrum der Follikel an. Von hier aus schreitet die Entwicklung nach der Peripherie zu weiter vor, indem zuletzt in dem Follikel nur ein bis zwei Lagen von großen Zellen sich finden. Der übrige Inhalt besteht aus den kleineren Zellen, welche an die ersten beiden Lagen grenzen, und den frei gewordenen Spermatozoen.

Die letzteren in ihrer Bildung in den Zellen zu erkennen, erreicht man nur an mit Hämatoxylin tingirten Schnittpräparaten. Hierbei färben sich die Köpfe der Spermatozoen stark dunkel bis schwarz, während ihr protoplasmatischer Theil fast ungefärbt bleibt. Der Bau der Spermatozoen ist folgender: Die Gestalt des Kopfes ist birnförmig zu nennen. Auf das Kopfstück, den Kern, folgt eine kleine Partie Protoplasma, welches sich in den langen Schwanztheil fortsetzt, wie es Fig. 13 zeigt. In Figur 8 ist ein Theil eines Follikes stark vergrößert dargestellt, in welchem der größte Theil der Samenmutterzellen in Spermatozoen aufgelöst ist.

Entstehung der Geschlechtsorgane von Pelagia noctiluca.

Zur Vergleichung der geschilderten Verhältnisse der Nausithoe, der Ephyriden mit den übrigen Discomedusen, gebe ich im Folgenden die Ontogenie der Geschlechtsorgane von Pelagia, welche bisher nur aus den an erwachsenen Thieren gemachten Funden erschlossen war.

Die Geschlechtsorgane werden schon frühzeitig angelegt. An einer jungen Pelagia, deren Schirmdurchmesser circa 2 cm beträgt, erkennt man dieselben in Gestalt von vier Streifen, welche unterhalb der Gastralfilamente, also in den Interradien, verlaufen, wie es Fig. 14 zeigt.

Die erste Anlage dieses Streifens giebt sich als eine Verdickung kund, welche auf eine Erhebung des Gastralepithels zurückzuführen ist, eine Erhebung, deren Centrum von der nachfolgenden Stützlamelle eingenommen wird. Ein Querschnitt durch das Genitalband, wie man die erste Anlage der Geschlechtsorgane nennen kann, giebt folgendes in Fig. 15 dargestelltes Bild. Das Epithel der einen Seite des Streifens zeigt eine Zellwucherung, das Keimepithel. Die Geschlechtsprodukte (in der Figur ist das Ovarium gezeichnet) entstehen nur in dem einen Theile des Gastralepithels, welches die Falte umhüllt. Die Eier oder die Hodenfollikel gelangen, sobald sie eine gewisse Größe erlangt haben, in die weiter wuchernde Stützlamelle hinein, welche endlich ganz mit denselben angefüllt ist. Da aber nur an einer Seite des Genitalstreifens die Geschlechtsprodukte entstehen, so ist damit eine einseitige Lageveränderung gegeben: der Genitalstreifen neigt sich nach dieser Seite (wie es auch in der Figur 15 bereits zum Ausdruck gekommen ist). Zwischen dem Genitalstreifen und der Gastralwand findet sich jetzt ein Raum, welcher von Hertwig als Genitalsinus beschrieben wird. Zwischen Gastralwand und dem Genitalstreifen können sich Stränge entwickeln, deren Achse von der Stützlamelle gebildet wird, während ein Epithel dieselbe bedeckt, wie letztere Autoren[1] es abgebildet haben.

Die Weiterentwicklung des Genitalstreifens besteht in einem Wachsthum, wie man mit Vergleichung meiner Figur und des Querschnittes von Hertwig sehen kann[2] (l. c. Taf. XXVI, Fig. 7).

Was die erste Bildung der Hodenfollikel anlangt, so schnüren sich dieselben ebenfalls nur an einer Seite des Genitalstreifens ab, wie schon aus der Beschreibung von Hertwig zu sehen ist (vgl. Fig. 9).

Über die erste Anlage der Geschlechtsorgane der übrigen Discomedusen, sind wir durch Claus unterrichtet. Nach diesem Autor legen sich dieselben bei Aurelia als verdickte Epithelstreifen in der unteren Wand der Magentaschen an. Es scheint also derselbe Entstehungsmodus vorhanden zu sein, wie ich ihn bei Pelagia geschildert habe. Die Untersuchung auf Schnitten wurde bisher noch nicht gemacht. Dass wir aber bei Aurelia wie auch bei Chrysaora und Rhizostoma dieselben Verhältnisse antreffen werden, scheint mir nach Claus' Untersuchungen als sicher feststehend, obgleich freilich nur der äußere Bau geschildert wird[1].

---

[1] Hertwig, l. c. Taf. XXVI, Fig. 2.

[2] In wie fern die Gebrüder Hertwig zwischen Genitalsinus und Lumen des Genitalsäckchens unterscheiden können (s. Tafelerklärung XXVI), ist mir nicht ganz erklärlich. In der That handelt es sich um ein und dasselbe Gebilde.

Während wir für die Discomedusen (excl. Ephyriden) eine allgemeine Übereinstimmung in Bau und Entstehung der Geschlechtsorgane annehmen dürfen, ist dies für die Ephyridenfamilie so lange noch als fraglich anzusehen, bis uns mehr Beobachtungen vorliegen. Dass aber für eine Reihe von Ephyriden eine Übereinstimmung herrscht, lässt sich schon jetzt mit Gewissheit sagen. Haeckel[2] bildet einen Schnitt durch ein Geschlechtsorgan von Collaspis Achillis ab, welches eine Übereinstimmung mit dem von mir geschilderten Bau desselben bei Nausithoe zeigt. Weiter giebt uns derselbe von den Challenger-Ephyriden Darstellungen, welche mit der unsrigen übereinstimmen. Ich verweise hier auf die Abbildungen von Nauphantei Challengeri[3] und Atolla Wyvillei.

Sind die Geschlechtsorgane der Discomedusen von denen der Ephyriden ableitbar?

Auf Grund ihrer Untersuchungen an Pelagia haben O. und R. Hertwig[4] den Satz aufgestellt, dass hier die ursprünglichste Bildung erhalten sei und die Faltenbildung als Ausgangsform der Geschlechtsorgane bei den Discomedusen hingestellt. Sie haben dann weiter die letzteren auf die Geschlechtsorgane der Charybdeen zurückzuführen versucht. Von Haeckel[5] ist hiergegen folgender Einwurf gemacht worden. Wie ich schon im Anfang dieser Studie bemerkte, hat Haeckel eine Reihe von Medusen, unter ihnen Nausithoe, als Ephyriden zusammengestellt, welche er als die Stammformen aller Discomedusen betrachtet. Er sagt[6]: »Da bei Discomedusen der verschiedensten Familien eine und dieselbe charakteristische Jugendform, Ephyrula, überall in derselben wesentlichen Bildung auftritt und den gemeinschaftlichen Ausgangspunkt aller weiteren, später so bedeutend divergirenden Discomedusenbildungen darstellt, so ist nach dem biogenetischen Grundgesetze der Schluss gestattet, dass eine entsprechende, in der Ephyraform reif werdende und als solche sich fortpflanzende Stammform, Ephyraea, einst der ganzen Ordnung den Ursprung gab. Unveränderte oder wenig veränderte Nachkommen dieser Stammform existiren aber auch noch heute und pflanzen sich als solche fort.« An einer anderen Stelle[1] weist Haeckel die Hertwig'sche Ansicht zurück, da die ursprünglichsten und einfachsten Verhältnisse unter den Discomedusen, wie dies von vorn herein zu erwarten sei, die Ephyriden zeigen müssten. Ich gestehe, dass diese Anschauung mir als die richtige schien, und ich glaubte durch diese Untersuchung den histologischen Nachweis bringen zu können.

---

[1] Vor Kurzem hat Lendenfeld (diese Zeitschr. Bd. XXXVII) die Entwicklung der Gonaden bei Cyanea Annaskala, einer neuen Meduse, beschrieben, welche mit der bei Pelagia geschilderten in der Hauptsache übereinstimmt.

[2] Haeckel, System der Medusen. Taf. XXVIII, Fig. 6.

[3] Tiefseemedusen der Challenger-Reise. 1881. Taf. XXVIII und Taf. XXIX, Fig. 15 und 5.

[4] O. und R. Hertwig, Aktinien. Jen. Zeitschr. Bd. XIII. p. 603 und 611.

[5] System der Medusen. p. 467, 468 und 469.

[6] l. c. p. 476.

Gesetzt also, die Ephyriden sind den Stammformen nahe stehend, so müssen sie die einfachste Bildung der Gonaden zeigen. Ist dies aber nicht der Fall, so sind die beiden folgenden Möglichkeiten denkbar. Die Gonadenbildung ist gefälscht, oder aber eine Neubildung. Dann, nämlich falls Letzteres nachgewiesen werden kann, ist die Anschauung, welche die Ephyriden für Stammformen erklärt, unwahrscheinlich.

Um mich kurz zu fassen, stelle ich Folgendes zusammen. Die Geschlechtsorgane der Discomedusen lassen sich auf die der Ephyriden nicht zurückführen. Diese Organe sind bei den letzteren selbständige Bildungen, wie wohl genugsam aus der obigen Beschreibung hervorgeht. Hiermit kommt die Hertwig'sche Auseinandersetzung, welche die Faltenbildung als den Ausgangspunkt aller Bildungen der Gonaden bei den Discomedusen annimmt und für dieselben an einigen Formen nachwies, in Geltung.

Während bei Nausithoe das Keimepithel als Verdickung oder besser Wulst des Gastralepithels entsteht, findet sich die Anlage des Keimepithels bei Discomedusen in der Faltenerhebung. Und letztere auf erstere zurückzuführen, wäre doch gar zu gezwungen! Erkennen wir in den Geschlechtsorganen verschiedene unabhängig von einander entstandene Bildungen an, und schließen wir uns den Hertwig-schen Ausführungen an, so kommen wir nicht zu dem Schlusse, dass die Ephyriden die Stammgruppe vorstellen, sondern zu dem, dass sie unabhängige Formen vorstellen. Dies gilt natürlich nur von den jetzt vorhandenen Formen der Familie der Ephyriden.

Der Hypothese Haeckel's, dass alle Discomedusen von Formen abstammen, welche den Ephyrulis nahe stehen, und für welche er den Namen Ephyraea einführt, trete ich hiermit nicht zu nahe. Ich ziehe nur die Folgerung in Zweifel, dass die jetzt lebenden Ephyriden den Stammformen nahe stehen sollen.

Ich halte die Ephyriden vielmehr für weit jüngere Bildungen. Es ist für die verschiedensten Medusengruppen bekannt, dass die Larven bereits geschlechtsreif werden können, so für sämmtliche vier Ordnungen der Craspedoten, den Antho-, Lepto-, Tracho- und Narcomedusen. Haeckel[1] hat diese Fälle als Pädogenesis beschrieben und weist darauf hin, dass die Artbestimmung in Folge derselben erschwert würde, indem er der Charakteristik jeder der vier Ordnungen die Frage hinzufügt: Und was ist bei den -medusen eine bona species?

---

[1] l. c. p. 467.

Ich glaube, dass die Ephyriden als eine Gruppe von Formen zu betrachten sind, welche aus geschlechtsreif gewordenen Larven, den Ephyrulis, entstanden sind. Eben so wie die Appendicularien nicht als Stammformen der Tunicaten angesehen zu werden brauchen, sondern als geschlechtsreif gewordene Larvenformen, welche sich fortpflanzten und so eine neue Art bildeten, scheint mir die eben vorgetragene Anschauung nicht unbedingt als unannehmbar gelten zu müssen.

Ich halte also die jetzt lebenden Ephyriden, so weit sie den geschilderten Bau der Geschlechtsorgane besitzen, für eine Gruppe, deren Arten aus Larvenformen entstanden sind, welche sich fortpflanzten, und glaube, dass dieser Vorgang der Artenentstehung weit öfter im Thierreich sich vollzogen hat, als man bisher anzunehmen geneigt war.

II. Zur Ontogenie von Tiara pileata L. Agassiz.

Unsere Kenntnis der Entwicklung der niederen Medusen, der Craspedoten, erstreckt sich nur auf einige wenige Arten, so dass der folgende Beitrag zur Entwicklung des Eies bei den Anthomedusen nicht ohne Interesse sein dürfte. Die Furchung des Eies bei Tiara pileata konnte ich während eines Sommeraufenthaltes auf Helgoland im August 1882 beobachten.

Tiara pileata ist eine der gewöhnlichsten Medusenformen und kommt sowohl im Nord- wie im Mittelmeer vor. Die Geschlechtsprodukte entwickeln sich aus dem Exodermepithel auf den Magenkanten.

Bringt man die erwachsenen geschlechtsreifen Thiere in ein Gefäß, so kann man in Kurzem auf die Ablagerung von Eiern rechnen, welche auf dem Boden sich ansammeln.

Die Eier besitzen keine Membran. Da wo das Richtungskörperchen ausgestoßen ist, tritt die erste Furche auf, welche das Ei in zwei gleiche Halbkugeln trennt. Der ganze Vorgang der Furchung kann direkt unter dem Mikroskop beobachtet werden. Die Theilung geht so rasch vor sich, dass man kaum Zeit hat, die einzelnen Stadien zu zeichnen. Nachdem das Ei des Weiteren in vier Theile zerfallen ist, zeigt sich die erste Anlage der Furchungshöhle. Jetzt tritt die erste Horizontalfurche auf, welche das Ei in acht Segmente zerlegt. Die Furchung verläuft vollkommen regulär. Während die Zellen nach und nach immer kleiner werden, erweitert sich die Furchungshöhle und wir haben zuletzt eine Blastosphaera vor uns, deren Zellen sich mit Flimmerhaaren bedecken. Der Embryo beginnt jetzt sich zu bewegen, während er eine ovale Form annimmt. In dieser Gestalt bewegt er sich um seine eigene Achse rotirend umher und zwar stets mit dem einen verdickten Ende voran. Das hintere Ende ist spitz ausgezogen, wie es die Fig. 19 zeigt.

---

[1] System der Medusen. p. 8, 119, 242, 309.

In kurzer Frist beginnt nun am hinteren Ende eine Zellwucherung, eine Zelltheilung der exodermalen Zellen. Die Theilungsprodukte rücken in die Furchungshöhle hinein und füllen dieselbe nach und nach aus, wobei die Anfüllung vom hinteren Ende nach dem vorderen successive fortschreitet. Fig. 20 zeigt einen Embryo, bei welchem bereits ein kleiner Theil der Furchungshöhle ausgefüllt ist.

Essigsäure-Chromsäure eignet sich am besten zur Fixirung der verschiedenen Stadien, wobei eine Hämatoxylinfärbung die einzelnen Zellen mit ihren Kernen am deutlichsten hervortreten lässt.

Am Schluss dieses Processes haben wir eine Gastrulaform vor uns, bei welcher das Entoderm durch eine Zellmasse dargestellt wird, in welcher in Form einer Spalte sich der Gastralraum anlegt. Weiter konnte ich die Entwicklung nicht verfolgen, da ich wegen der heftigen Stürme, die im August herrschten, kein weiteres Material mir verschaffen konnte.

Sehen wir uns nun nach einem ähnlichen Bildungsvorgang der Gastrula um, so finden wir einen einzigen Fall im Kreise der Coelenteraten, welcher von Claus[1] näher geschildert worden ist. Claus beschreibt die Furchung einer Aequoride, welche er für identisch mit Aequorea forscalea erklärt, also einer Leptomeduse. Seine Angaben stimmen überein mit den von mir bei Tiara pileata beobachteten Verhältnissen. Seine Abbildung zeigt die Zellwucherung in Form von kugeligen Gebilden. Dies ist das Bild, welches man bei Betrachtung des lebenden Embryo erhält. Dass es sich aber um eine Zelltheilung der Zellen, welche die Wandung der Blastosphaera bilden, handelt, erkennt man erst nach geeigneter Fixirung derselben.

Haben wir es nun hier mit einem Invaginationsvorgange oder aber mit einer Delamination zu thun? Claus bemerkt bereits richtig, dass der beschriebene Entwicklungsvorgang nichts mit letzterer zu thun habe, sondern weit eher mit der Invagination in Beziehung stände.

Jedenfalls ist er keiner der beiden Bildungsarten ohne Weiteres hinzuzuzählen, er steht zwischen beiden, jedoch so, dass er mehr zur Invagination hinneigt und vielleicht als eine modificirte Invagination aufgefasst werden muss. Lassen wir nun hier einmal die Frage ganz bei Seite, ob Invagination der primäre, Delamination der sekundäre von ersterer ableitbare Zustand sei, oder aber ob der letztgenannte Vorgang der primäre sei, und sehen nun zu, in welcher Weise die »modificirte Invagination« zwischen beide Bildungen zu stellen ist.

---

[1] Claus, Die Entwicklung des Aequoriden-Eies. in: Zoologischer Anzeiger 1882. Nr. 112.

Während bei der typischen Invaginationsgastrula sich ein Theil der eine Zellschicht bildenden Zellen der einschichtigen Keimblase einstülpt und zwar nur an einem Pole, rücken in unserem Falle die Zellen an nur einem Pole in die Furchungshöhle, indem sie zunächst noch im Zusammenhange bleiben.

Bei Eucope polystyla hat nun Kowalevsky beobachtet, dass von der einschichtigen Keimblase an verschiedenen Stellen, also nicht mehr an dem einen Pole, Zellen in die Furchungshöhle rücken, welche dieselbe auf diese Weise nach und nach mit einem Zellmaterial anfüllen, in welchem erst sekundär der Gastralraum entsteht. Bleiben nun aber die so in die Furchungshöhle rückenden Zellen mit ihren Bildnerinnen in Zusammenhang, so haben wir den als typische Delamination bezeichneten Vorgang vor uns, wie er bei Geryonia und verwandten Arten beschrieben ist.

Wir sehen also einen direkten Zusammenhang zwischen Invagination und Delamination. Beide Formen stehen sich also nicht diametral gegenüber. Diejenige Art von Delamination aber, wie sie beispielsweise Metschnikoff [1] bei einer Siphonophore und ich [2] bei Tubularia geschildert habe, bei welcher zuerst ein Zellhaufen sich bildet und die Sonderung in die zwei Keimblätter dadurch entsteht, dass die Zellen der Morula in ein einschichtiges Exoderm und einen das Entoderm vorstellenden Zellhaufen zerfallen, scheint an die epibolische Invagination sich anzuschließen und vielleicht als eine modificirte Form derselben betrachtet werden zu können.

Göttingen, im Februar 1883.

---

[1] Metschnikoff, Studien über Entwicklungsgeschichte d. Medusen und Siphonophoren. Diese Zeitschr. 1874. Bd. XXIV.

[2] Hamann, Organismus der Hydroidpolypen. Jena, Fischer, 1882.

Erklärung der Abbildungen.

In sämmtlichen Figuren bedeutet:

ex, Exoderm;
*en*¹, Entoderm, welches die Gonaden umhüllt;
*en*², entodermales Keimepithel;
h, Hohlraum innerhalb der Gonaden von Nausithoe;
hf, Hodenfollikel;
g, Gonaden;
gf, Gastralfilamente;
st, Stützlamelle;
F-H, Furchungshöhle;
t, Tentakel.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Gonade von Nausithoe punctata. Lupenvergrößerung.

Fig. 2. Längsschnitt durch die erste Anlage des Geschlechtsorganes derselben.

Fig. 3. Längsschnitt durch das Ovarium derselben.

Fig. 4. Tangentialschnitt durch den Hoden derselben.

Fig. 5. Querschnitt durch denselben.

Fig. 6. Schnitt durch die ganze Meduse zur Orientirung der Lagerung der Gonaden an der subumbralen Magenwand.

Fig. 7. Längsschnitt durch einen reifen Hoden desselben Thieres. Innerhalb der einzelnen Follikel sieht man die Spermatozoen.

Fig. 8. Ein Theil eines Hodenfollikels stärker vergrößert.

Fig. 9. Längsschnitt durch den Hoden einer Pelagia noctiluca, nach einer Hertwig'schen Abbildung.

Fig. 10 und 11. Große Zellen aus den Follikeln von Nausithoe.

Fig. 12. Samenmutterzellen derselben.

Fig. 13. Spermatozoen derselben.

Fig. 14. Die Anlage der Geschlechtsorgane einer jungen Pelagia noctiluca.

Fig. 15. Querschnitt durch das Geschlechtsorgan (Ovarium) desselben Thieres.

Fig. 16—20 beziehen sich auf die Entwicklung von Tiara pileata L. Agassiz.

Fig. 16. Ei im Stadium der 16 Segmente.

Fig. 17. Querschnitt, optischer. Man erkennt, dass der der Furchungshöhle zugekehrte Theil der Zellen sich gegen den peripheren, welcher ein fein granulirtes Plasma mit dem Kern zeigt, scharf abhebt.

Fig. 18. Zwei Zellen von der Blastosphaera.

Fig. 19. Die Blastosphaera. Der Pfeil deutet die Richtung der Bewegung an.

Fig. 20. Die Zelltheilung am hinteren Ende hat begonnen. Chromsäurepräparat.

Das Groſshirn der Vögel.

Von

Dr. A. Bumm,
Assistenzarzt an der Kreisirrenanstalt zu München.

Mit Tafel XXIV und XXV.

I. Makroskopische Beschreibung.

Die bei den Säugern nur während der Embryonalperiode vorhandene scharfe Trennung von Vorder- und Zwischenhirn bleibt bei den Vögeln auch in erwachsenem Zustande bestehen. Eine laterale Verschiebung, wie sie das Vorder- und Zwischenhirn jener im Lauf der Entwicklung erleiden, kommt bei diesen nicht zu Stande. Die Folge davon ist, dass die dem erwachsenen Säuger typische Berührungslinie zwischen lateralem Sehhügel- und medialem Streifenhügelrand im erwachsenen Vogelhirn vermisst wird: Sehhügel und Streifenhügel treten hier in keinen seitlichen Kontakt, sondern verharren in derselben Lage hinter einander, wie beim Embryo.

Aus diesen Andeutungen erhellt, dass mit der entwicklungsgeschichtlichen Begrenzung des Großhirns der Vögel zugleich dessen anatomische zusammenfällt, mit andern Worten, dass entgegen dem Verhalten der Säuger das Großhirn der Vögel nur Theile in sich vereinigt, die aus dem sekundären Vorderhirn hervorgegangen sind[1].

Das Großhirn der Vögel ist, wie das der niederen Säuger, windungslos[2].

---

[1] Die anatomische Begründung dieser Thatsache war schon Haller bekannt (l. c. p. 197): ». . . cum thalami nervorum opticorum in homine et in quadrupede cerebri partem constituant, in avibus a cerebro semoti sint.«

[2] Thuet's Angabe, dass im Großhirn der Papageien Andeutungen von Gyri vorhanden seien (l. c. p. 28), erweist sich als irrthümlich. Die von ihm in Fig. 1 gegebene Abbildung der Dorsalansicht eines Gehirnes von Psittacus aestivus lässt einen bloßen Wulst, aber keine Windung erkennen. Über Wulstbildung an der dorsalen Großhirnfläche der Vögel: vgl. p. 439.

Tiedemann vergleicht es in anschaulicher Weise mit einem Kartenherzen, dessen Spitze nach vorne und dessen Ausschnitt nach hinten gekehrt ist. Schlicht und zutreffend ist Haller's Beschreibung vom Gansbirn, die auch auf die Mehrzahl der übrigen Vögel passt: »duo, quae vocantur, hemisphaeria ovata, convexa, anterius in conum procurrunt, cujus finis est processus mammillaris, nervus olfactorius verus.«

Durch den Vergleich der Großhirndurchmesser bei den verschiedenen Vogelordnungen gelangt man zu folgenden Ergebnissen. Nach Leuret[1], der Quer- und Längsdurchmesser bei 36 Vogelarten bestimmt hat, verhält sich

	der Quer-		zum Längsdurchmesser
bei den Papageien . . .	1	:	1,09
» » Schwimmvögeln .	1	:	0,99
» » Spechten . . .	1	:	0,91
» » Singvögeln . . .	1	:	0,81
» » Sumpfvögeln . .	1	:	0,79
» » Hühnervögeln . .	1	:	0,79
» » Raubvögeln . . .	1	:	0,74
» » Tauben	1	:	0,74
» » Laufvögeln . . .	—		—

Wie man sieht, überwiegt der Längsdurchmesser den Querdurchmesser nur bei den Papageien. Bei den übrigen Vogelordnungen dreht sich das Verhältnis um: bei den Schwimmvögeln sinkt der Längsdurchmesser bereits auf 0,99, bei den Raubvögeln und Tauben gar auf 0,74 herab.

Nach Serres, der unter 31 Vogelarten auch die Laufvögel in Betracht zieht (Tauben und Spechte sind übergangen), gestalten sich die Reihenfolge der Ordnungen und die Verhältniszahlen der Durchmesser etwas anders; es verhält sich

	der Quer-		zum Längsdurchmesser
bei den Papageien . . .	1	:	1,00
» » Singvögeln . . .	1	:	0,85
» » Sumpfvögeln . .	1	:	0,85
» » Schwimmvögeln .	1	:	0,80
» » Laufvögeln . . .	1	:	0,76
» » Raubvögeln . . .	1	:	0,70
» » Hühnervögeln . .	1	:	0,66

---

[1] Leuret's Zahlen und die nachfolgenden von Serres habe ich für die einzelnen Vogelordnungen umgerechnet. Vgl. die annähernde Übereinstimmung der obigen Tabelle und der ersten von Serres mit der Gewichtstabelle p. 433.

Die oben angeführten Messungen Leuret's bedürfen einer Ergänzung, da bei denselben der vertikale Durchmesser nicht berücksichtigt ist und gerade dieser bei den Vogelordnungen mit reducirtem geraden Durchmesser (Hühner-, Lauf- und Raubvögel) einen relativ hohen Entwicklungsgrad erreicht (vgl. unten). Ich sehe mich desshalb veranlasst, die Lücke bei Leuret nach Serres zu berichtigen; es verhält sich nach diesem Forscher

	der Längs-	zum	vertikalen Durchmesser
bei den Hühnervögeln . .	1	:	0,75
» » Laufvögeln . . .	1	:	0,69
» » Raubvögeln . .	1	:	0,69
» » Schwimmvögeln .	1	:	0,60
» » Sumpfvögeln . . .	1	:	0,60
» » Papageien	1	:	0,59
» » Singvögeln	1	:	0,58

Die von den Autoren[1] seither ausgeführten Hirnwägungen sind für unsere Zwecke ungenügend. Ich habe nachfolgend eine Tabelle zusammengestellt, die das Gewichtsverhältnis vom Großhirn (Vorderhirn) zu der Summe von Zwischen-, Mittel-, Hinter- und Nachhirn verzeichnet. Wie ich glaube, dürfte diese Wägungsmethode das Größenverhältnis des Großhirns bei den verschiedenen Vogelordnungen am richtigsten wiedergeben[2]. Die Technik meines Verfahrens ist einfach: ich schneide mit einem schmalen Scalpell die Großhirnbasis (vgl. Fig. 4) zwischen vorderem Rand des Tractus opticus und Markbündel der strahligen Scheidewand ein und durchtrenne letzteres zusammen mit dem Hirnschenkel. Da nun dieser die einzige schmale Verbindung von Vorder- und Zwischenhirn herstellt, muss bei nur einigermaßen vorsichtigem Operiren die Isolirung des Großhirns von dem übrigen Gehirn mit aller Sicherheit gelingen. — Das Nachhirn durchschneide ich in der Ebene der ventralsten Wurzeln des Nervus hypoglossus. Mit Rücksicht darauf, dass die Pia mater am Vogelhirn stellenweise sich nur sehr schwer ablösen lässt, ziehe ich es vor, dieselbe mit zu wägen. Die Zahlen, die ich gefunden habe, sind folgende. Es verhält sich[1]

---

[1] Tiedemann (l. c. Bd. I. p. 20) beachtet in seiner ersten Tabelle nur das Gewichtsverhältnis der Körpermasse zum Gehirn in toto; in seiner zweiten Tabelle dasjenige vom Großhirn zum Kleinhirn (Cerebellum). Ähnlich Leuret (l. c. T. I. p. 286), der auch noch die Verhältniswerthe von Großhirn und Medulla oblongata berechnet hat. Wie unzuverlässig für unseren Zweck die Wägungsresultate Tiedemann's sich gestalten, beweist, um nur ein Beispiel anzuführen, der Umstand, dass die Schwimmvögel mit hervorragend entwickeltem Großhirn in Tiedemann's I. Tabelle in letzter Reihe stehen!

[2] Methodische Hirnwägungen sind bis jetzt nur beim Menschen im größeren Maßstab ausgeführt worden. Die betreffende Litteratur vgl. bei Schwalbe (l. c. p. 589). »Zu einer rationelleren Abgrenzung der Hirntheile bei den Wägungen suchte Meynert zu gelangen, indem er zunächst den ganzen Hirnstamm plus Streifenhügel vom Hirnmantel abtrennte und innerhalb des ersteren wieder das Kleinhirn und den Rest des Hirnstammes (als Stammhirn) gesondert bestimmte« (nach Schwalbe, l. c. p. 595). Meynert's Methode, den Streifenhügel vom Hirnmantel loszulösen, ist nur bei den Säugern, aber nicht mehr bei den Vögeln durchführbar, da bei diesen wegen Ausfalls der Stabkranzfaserung eine Trennungslinie zwischen Streifenhügel und Hirnrinde von vorn herein fehlt. Ich halte es aber auch für principiell unzulässig, zwei entwicklungsgeschichtlich einheitliche Theile, wie Hirnrinde und Streifenhügel, einander gegenüber zu stellen, wie dies Meynert bei seinen Hirnwägungen thut. Aus dieser Überlegung habe ich mich entschlossen bei meinen Wägungen von

	das Gewicht des Großhirns		zu dem des übrigen Gehirns
bei den Singvögeln[2] . . .	2,79	:	1
» » Spechten . . .	2,77	:	1
» » Papageien . . .	2,08	:	1
» » Schwimmvögeln .	1,94	:	1
» » Sumpfvögeln . .	1,75	:	1
» » Raubvögeln . . .	1,61	:	1
» » Hühnervögeln . .	1,12	:	1
» » Tauben	0,95	:	1
» » Laufvögeln . . .	—		—

Um also nochmals zu wiederholen, so stehen in erster Reihe die

---

Vogelhirnen so vorzugehen, wie oben aus einander gesetzt wurde. Zugeben muss ich, dass es rationeller gewesen wäre, das Cerebellum für sich zu bestimmen; ich bin auf dieses Versehen leider zu spät aufmerksam geworden.

[1] Wie oben bei den Durchmessern, führe ich auch hier der Einfachheit wegen nur die Reduktionszahlen an, die selber wieder Mittelwerthe aus mehreren Gewichtsbestimmungen darstellen. Gewogen habe ich: von Singvögeln das Gehirn des Kernbeißers (Coccothraustes vulgaris), der Meise (Parus major), des Sperlings (Fringilla domestica), des Staares (Sturnus vulgaris), des Kleibers (Sitta europaea) und der Schwalbe (Hirundo rustica), von Spechten das zweier Buntspechte (Picus medius), von Schwimmvögeln das zweier Gänse (Anser domesticus) und einer Ente (Anas domestica), von Sumpfvögeln das zweier Schnepfen (Scolopax rusticola), von Papageien das zweier Wellensittiche (Psittacus undulatus), von Raubvögeln das zweier Bussarde (Buteo vulgaris), von Hühnern das des Haushuhns (Gallus domesticus), des Rebhuhnes (Perdix cinerea), des Schneehuhns (Lagopus alpinus) und Haselhuhns (Tetrao bonasia), endlich das zweier Tauben (Columba domestica).

[2] Bei dem im ornithologischen System (vgl. GEGENBAUR, l. c.) unter die Singvögel eingereihten Würger (Lanius) verhält sich das Gewicht des Großhirns zu dem des übrigen Gehirns wie 1,57 : 1 (!). Mit Rücksicht auf dieses Kriterium wäre also der Würger aus der Ordnung der Singvögel zu streichen und erhielte seinen Platz in der Nähe der Raubvögel; mit diesen stimmt er auch durch die Kürze und Breite seines Großhirns überein.

Singvögel und Spechte, dann folgen in größeren und kleineren Abständen die Papageien, Schwimm-, Sumpf- und Raubvögel; den Schluss der Tabelle machen die Hühnervögel und Tauben, bei letzteren sinkt sogar das Gewicht des Großhirns unter das des übrigen Gehirns herab.

Eine Fehlerquelle in dieser Zusammenstellung ist, wie ich gern zugebe, durch die geringe Anzahl der Einzelwägungen bedingt. Unter allen Vogelordnungen dürften hiervon die Papageien am meisten zu ihren Ungunsten betroffen sein. Eine weitere, leider nicht eliminirbare Fehlerquelle liegt in Folgendem: bekanntlich sind Mittel- und Hinterhirn, deren Entwicklung unabhängig von der des Großhirns geschieht, bei den verschiedenen Vogelordnungen nicht unbeträchtlichen Volumschwankungen unterworfen (vgl. Fig. 1, 3, 4, 6, *III*, *IV*). So haben beispielsweise die Raubvögel, relativ genommen, das größte Mittelhirn und das größte Hinterhirn, bei den Singvögeln und Spechten verhält es sich eher umgekehrt. Es ist somit einleuchtend, dass das Gewichtsverhältnis vom Großhirn zum übrigen Hirn bei den Raubvögeln im Vergleich zu den Singvögeln und Spechten zu niedrig ausfällt[1].

In der Beschreibung der Großhirnoberflächen beginne ich mit der ventralen (basalen) Fläche. Der hintere Basalrand des Großhirns der Vögel grenzt an das im auffälligen Gegensatz zu den Säugern ventralwärts gerückte Mittelhirn (Corpus opticum). Die Grenze zwischen beiden Hirntheilen ist übrigens bei den verschiedenen Vogelordnungen eine veränderliche: je nach der Länge und Breite der Großhirnbasis wird das Corpus opticum von ihrem hinteren Rand entweder nur tangirt oder in verschiedener Ausdehnung überlagert. Bei den Raub- und Hühnervögeln reicht der hintere Basalrand eben noch an den vorderen Rand des Corpus opticum (vgl. Fig. 4). Bei den übrigen Vogelordnungen schiebt sich die Großhirnbasis mit ihrem hinteren Abschnitte über die dorsale Fläche des

---

[1] Aus den angegebenen Gründen halte ich es auch für gewagt, aus den Gewichtszahlen, wie ich sie gefunden habe, einen direkten Schluss auf die geistigen Fähigkeiten der in meiner Tabelle berücksichtigten Vogelordnungen zu ziehen. Die Anfangs- und Endglieder der Tabelle etwa ausgenommen dürften innerhalb der übrigen Ordnungen mehrfache Ausgleichungen stattfinden. Die absolute Richtigkeit meiner Zahlen aber auch angenommen bleibt die Beantwortung der Frage nach der Bedeutung des Hirngewichts für die geistigen Fähigkeiten der Vögel (dasselbe gilt mutatis mutandis für die übrigen Thiere) eine komplicirte, in so fern als neben den psychischen Funktionen auch die somatischen ihren Antheil an der Größe des Hirngewichts haben und Anhaltspunkte für die Abschätzung dieser beiden Faktoren nur schwer zu erhalten sind. Vgl. die trefflichen Erörterungen über diesen Gegenstand bei Bischoff (l. c. p. 134 und 142), aus denen aber schließlich auch nur hervorgeht, dass die angeregte Frage heut zu Tage noch nicht spruchreif ist.

Corpus opticum vor, am weitesten bei den Singvögeln (vgl. Fig. 7) und Papageien (vgl. Fig. 8); bei letzteren überragt sie das Mittelhirn nicht nur nach rückwärts, sondern auch seitlich.

Die äußere Gestalt der Großhirnbasis zeigt bei den einzelnen Vogelordnungen beträchtliche Unterschiede. Ich will hier nur die Extreme hervorheben. Bei den Schwimm- (vgl. Fig. 1) und mehr noch bei den Sumpfvögeln erscheint die Großhirnbasis napfförmig; die Vertiefung liegt symmetrisch in der Mitte jeder Basishälfte, während der vordere mediale und laterale Rand mehr oder weniger scharf vorspringt. Am hinteren Basalrand prominirt ein ansehnlicher Höcker (vgl. Fig. 1 *BH*), an derselben Stelle, an die bei den Säugern der Lobus pyriformis zu liegen kommt; bei den Papageien (vgl. Fig. 8 *BH*) hypertrophirt dieser Höcker, den ich von nun an hinteren Basalhöcker nennen will, in dem Maße, dass man bei der äußeren Betrachtung versucht wäre, denselben dem Schläfelappen der höheren Säuger zu vergleichen. Das gerade Gegenstück zu den genannten Ordnungen bilden die Singvögel (vgl. Fig. 7), deren vollständig platte Großhirnbasis aus einem vorderen horizontalen und einem hinteren schräg gestellten und zugleich medial abgeflachten Abschnitt besteht. Am medialen Rand des vorderen horizontalen Abschnittes unterscheidet man zwei symmetrische keilförmige Massen (vgl. Fig. 7 *BK*), die nach Lage und Gestalt an die basalen Deckplatten der Streifenhügelköpfe der Nager erinnern. Unter den übrigen Vogelordnungen finde ich die genannten Theile nur noch bei den Papageien (vgl. Fig. 8 *BK*) gut entwickelt. — Eine Ausnahmestellung behaupten, wie schon oben angedeutet, die Papageien. Während bei den übrigen Vogelordnungen der hintere Basalhöcker $^1/_3$ (Schwimm- und Sumpfvögel) bis $^1/_4$ (Tauben, Raub- und Hühnervögel) der ganzen Basislänge ausmacht, nimmt er bei den Papageien die Hälfte, am lateralen Rand sogar zwei Dritttheile ein. Die Spechte stehen in der Entwicklung der Großhirnbasis hinter den Papageien und selbst hinter den Schwimmvögeln zurück.

Die Riechhöcker (Tubercula olfactoria, Stieda, Processus mammillares cerebri der Autoren) der Vögel haben, ein jeder, die Gestalt eines Kegels, dessen Spitze in den Riechnerven und dessen Basis mittels eines kurzen Halstheils in die Großhirnbasis übergeht (vgl. Fig. 1, 4, 7, 8 *Prm*). Sie liegen bei der Mehrzahl der Vögel an der Spitze der Großhirnbasis (vgl. Fig. 1 *Prm*). Eine Ausnahme von der Regel machen einige Singvögelarten (Sperlinge, Amseln etc.), bei denen sie wie bei den Säugern von der Großhirnbasis selber und zwar in einiger Entfernung von dem vorderen Ende des medialen Randes entstehen (vgl. Fig. 7 *Prm*). Körper und Halstheil der Riechhöcker sind innen hohl; ihre Höhle bildet eine Fortsetzung der Großhirnkammer.

Die Riechhöcker der Vögel erweisen sich gegenüber denjenigen der Säuger als beträchtlich verkümmert. Relativ gut entwickelt sind sie bei den Schwimmvögeln, weniger gut bei den Sumpfvögeln; noch viel weiter stehen die übrigen Vogelordnungen zurück[1].

Es verhält sich

	das Gewicht der Riechhöcker	zu	dem des Großhirns
bei der Gans	1	:	67,0
» » Schnepfe	1	:	84,5
» dem Bussard.	1	:	513,0

Bei den übrigen Vogelordnungen bin ich vorerst zu keinem befriedigenden Wägungsresultat gekommen. Abgesehen davon, dass die Abtrennung der Riechhöcker vom übrigen Großhirn bei den kleineren Vögeln nur schwierig und unsicher gelingt, war auch die von mir benutzte Wage für die hier in Betracht kommenden minimalen Gewichtsdifferenzen nicht empfindlich genug. Ich hoffe, das Versäumte nächsten Sommer nachzuholen.

Von der Gans beschreibt A. Meckel am äußeren Rand der Großhirnbasis, ungefähr an der Grenze zwischen mittlerem und hinterem Dritttheil eine querverlaufende Furche, die er für das Homologon der Sylvi'schen Furche der Säuger anspricht, nach meiner Auffassung aber mit Unrecht. Es kommt nämlich eine solche nur bei den höheren Säugern mit entwickelten Hirnwindungen vor; schon bei den windungslosen Insectivoren sucht man vergebens nach einer Furche, die der Sylvischen entsprechen könnte. Aber auch unter den von ihm untersuchten Vögeln fand A. Meckel die vermeintliche Sylvi'sche Furche nur bei der Gans und bemerkt ausdrücklich, dass beim Truthahn »keine Spur von einer Fossa Sylvii am äußeren Rand« zu sehen sei. Nach meinen Untersuchungen verhält sich die Sache so. A. Meckel's Fossa Sylvii ist nichts Anderes als die Einbuchtung oder, wenn man will, Furche, welche den hinteren Basalhöcker von der übrigen Großhirnbasis abgrenzt[2]. Bei den einzelnen Vogelordnungen ist die genannte Furche um so deutlicher und schneidet um so mehr durch die ganze Breite der Basis durch, je mächtiger der hintere Basalhöcker entwickelt ist. In erster Linie sind die Papageien zu nennen, bei denen sie bis zur Grenze zwischen vorderem und mittlerem Dritttheil des lateralen Basisrandes vorrückt (vgl. Fig. 8 *BHF*). Ähnlich wie bei der Gans verhält sich die Furche bei der Ente (vgl. Fig. 1 *BHF*); schwächer, aber immer noch deutlich ist sie bei den Sumpfvögeln. An Letztere reihen sich die Spechte an. Bei den Tauben, den Hühner- und Raubvögeln (vgl. Fig. 4 *BHF*), deren hinterer Basalhöcker mehr abgeplattet ist, verschwindet die Furche am lateralen Rand und ist nur mehr in ihrem medialen Ausläufer sichtbar. Den Singvögeln fehlt sie vollständig; es ist dieser Mangel wohl auf die denselben eigenthümliche Abflachung des hinteren Basisabschnittes zurückzuführen, in Folge dessen ein hinterer Basalhöcker[1] äußerlich sich nicht abgrenzen lässt (vgl. Fig. 7).

---

[1] Tiedemann's Angabe (l. c. Bd. I. p. 10), dass die Riechhöcker besonders groß bei den Raubvögeln und der Gans seien, trifft für unsere einheimischen kleineren Raubvögel (Strix, Buteo etc.) gewiss nicht zu. Serres (l. c. T. II. p. 573) nennt gleichfalls irrthümlich neben der Gans, Ente und Schnepfe den Habicht, den Sperber und die Eule.

[2] Der Lage nach entspricht diese Furche der Vertiefung, welche als ventralmediale Fortsetzung der Fossa Sylvii beim Menschen die Basis der Schläfenlappenspitze umgiebt. Schwalbe (l. c. p. 534) hat diese Vertiefung beim Menschen zum Unterschied von der eigentlichen die Insel aufnehmenden Fossa Sylvii als Vallecula Sylvii bezeichnet. Dass Fossa Sylvii und Vallecula Sylvii keine anatomische Einheit ausmachen, beweist das Verhalten der übrigen Säuger, bei denen beide Furchen durch eine tiefe Längsfurche (Grenzfurche des Lobus olfactorius nach Pansch)

Von den Markbündeln der Großhirnbasis ist außer dem Hirnschenkel (vgl. Fig. 1, 4 *Pedv*) und dem Markbündel der strahligen Scheidewand (vgl. Fig. 4 *SchMb*), die am vorderen Rand des Tractus opticus in gekreuzter Richtung aus dem Zwischen- in das Vorderhirn übertreten, noch eines zu erwähnen, das trotz seiner wechselnden Entwicklung bei den verschiedenen Vogelordnungen typische Verlaufsenden aufweist. Mit seinem hinteren Ende liegt es am vorderen Umfang des hinteren Basalhöckers, mit dem vorderen in der Richtung des vorderen Basisrandes. Am entwickeltsten fand ich dasselbe beim Wellensittich (vgl. Fig. 8 *BMb*), bei dem es nach hinten als breites Band entspringt und nach vorn strahlenförmig zerfährt; an seinem vorderen medialen Rande trennt sich ein kleines Büschel ab, das gegen den Riechhöcker hinzieht. Bei der Gans[2] sah A. Meckel das Markbündel (Markbündel der Sylvi'schen Furche bei A. Meckel), an dem er ein hinteres kleineres und ein vorderes größeres büschelförmiges Ende beschreibt, mit einem Theil seiner Fasern auf die mediale Hemisphärenoberfläche übergreifen; eine zweite Verbindung mittels einiger weniger Fasern besteht nach demselben Autor mit dem Riechhöcker. Die genannte Beziehung des Mark-

---

unterbrochen werden. Die Bezeichnungen Fissura Sylvii und Fossa Sylvii werden von den Autoren (auch von A. Meckel) häufig promiscue gebraucht. Streng genommen kommen Fissura plus Fossa Sylvii bloß den Menschen, Primaten und Carnivoren zu; die übrigen gyrencephalen Säuger haben nur eine Fossa Sylvii.

[1] Seine virtuelle Grenze wäre zwischen hinterem Ende des basalen Markbündels und hinterem Basisrand zu ziehen. Das Volum des hinteren Basalhöckers der Singvögel würde also noch kleiner ausfallen als bei den Raubvögeln.

[2] Vgl. das Markbündel der Ente (Fig. 1 *BMb*), mit dem das der Gans, so viel ich gesehen habe, am meisten übereinkommt.

bündels zur medialen Hemisphärenoberfläche respektive zur strahligen Scheidewand ist jedenfalls eine inkonstante; aber auch der Nachweis einer Verbindung mit dem Riechhöcker will bei mehreren Vogelordnungen nicht gelingen; vom Truthahn sagt **Meckel** selber, dass das Markbündel »wenigstens nicht deutliche Fäden zu den Geruchsnerven giebt«. Bei den Spechten, Tauben, den Raub- (vgl. Fig. 4 *BMb*) und Hühnervögeln reducirt es sich zu einem schmalen Büschel und rückt gegen den lateralen Basisrand vor; entsprechend der Krümmung des letzteren gestaltet sich sein Verlauf mehr bogenförmig. Bei den Singvögeln (vgl. Fig. 7 *BMb*) ist dasselbe in seinem hinteren Theile vom Corpus opticum bedeckt; nach Entfernung des letzteren sieht man es annähernd in der Mitte jeder Basishälfte als schmalen Streifen von hinten nach vorn ziehen, in der Ebene des vorderen Randes vom Corpus opticum in flachem Bogen medialwärts umbiegen und am lateralen Rande der oben erwähnten keilförmigen Massen bis an deren Spitze weiter verlaufen. Sein daselbst gelegenes Ende trägt bei einigen Ordnungen ein zierliches Faserbüschel, bei anderen zerfährt das Markbündel bereits bei seinem Übergang aus dem geraden in das bogenförmige Segment in eine breite, schaufelförmige Ausstrahlung[1] (Amsel, Fig. 7).

Um nichts zu präjudiciren, will ich das Bündel im weiteren Text als basales Markbündel anführen. **Carus** und **Treviranus** sprechen sich für dessen vollständige Homologie mit dem Tractus olfactorius der Säuger aus. Nicht so **Meckel**, der dem Bündel neben seiner Beziehung zum Riechhöcker hauptsächlich die Bedeutung eines Associationsbündels zwischen vorderem und hinterem Theil des Großhirns vindicirt. Indem ich auf diesen zweiten Theil der **Meckel**'schen Aufstellung später zurückkomme, halte ich es gleichfalls für ausgemacht, dass das basale Markbündel auch im günstigsten Fall nur eine sehr beschränkte Verbindung mit dem Riechhöcker seiner Seite eingeht. Eine Homologie zwischen basalem Markbündel der Vögel und Tractus olfactorius der Säuger, die man a priori geneigt ist anzunehmen, dürfte also nur für einen kleinen Faserantheil des ersteren zutreffen.

Dorsale Großhirnoberfläche. An der Gestaltung dieser lassen sich zweierlei Typen beobachten (vgl. p. 442). Der erste Typus begreift das Gehirn der Tauben, Raub- und Hühnervögel. Bei dieser Gruppe unterscheidet man an der dorsalen Großhirnoberfläche zwei senkrecht auf einander stehende Abschnitte, einen kleineren hinteren, zur hinteren Großhirnoberfläche verlaufenden, und einen größeren vorderen, zur Basis abfallenden (Fig. 5, 6). Bei der den zweiten Typus bildenden Gruppe (Schwimm- und Sumpfvögel) ist die dorsale Großhirnoberfläche an Stelle einer rechtwinklichen Einknickung bogenförmig abgerundet und verflacht sich fortschreitend in der Richtung von hinten nach vorne (Fig. 2, 3).

---

[1] Das vordere büschelförmige Ende des basalen Markbündels der Singvögel ist nur an ganz frischen Präparaten sichtbar; an gehärteten Gehirnen scheint das Bündel in eine einfache Spitze auszulaufen. So lange ich nur das letztere Verhalten kannte, hatte ich mich vergebens bemüht, einen Parallelismus zwischen dem vorderen Ende des basalen Markbündels der Singvögel und dem der übrigen Vogelordnungen ausfindig zu machen. An frischen Präparaten springt dieser Parallelismus von selber in die Augen.

Die Singvögel neigen mehr zu der ersten, die Klettervögel mehr zu der zweiten Gruppe.

Bei einer großen Anzahl von Vögeln ist die mediale Randzone der dorsalen Großhirnoberfläche von einer Furche[1] umgeben und ragt wulstförmig über die angrenzende Hirnrinde hervor. Treviranus, der Wulst und Furche gleichfalls kennt, hält letztere für homolog mit derjenigen Furche, welche bei den Nagern, Insectivoren und Fledermäusen das große Gehirn in einen oberen und unteren Lappen scheidet. Wäre diese Auffassung von Treviranus richtig, so müsste die ventral von der genannten Furche gelegene Rindenpartie dem Lobus olfactorius der Säuger entsprechen. Da nun bekanntlich die Entwicklung des letzteren von der des Bulbus olfactorius abhängig ist, ergäbe sich beim Vogel die auffällige Thatsache, dass dessen Lobus olfactorius trotz der Verkümmerung des Bulbus olfactorius (vgl. p. 436) relativ noch größer wäre, als beispielsweise bei den Insectivoren mit eminenter Entwicklung der Riechkolben. Spricht schon dieses Verhalten gegen die Deutung von Treviranus, so liegt ein weiterer Gegenbeweis darin, dass der histologische Rindentypus des Lobus olfactorius der Säuger in dem vermeintlichen Rindenhomologon der Vögel vermisst wird (vgl. p. 453).

Meine Untersuchungen über die Wulstbildung an der dorsalen Großhirnoberfläche der Vögel haben mich Folgendes gelehrt. Ähnlich wie bei der Ente (Fig. 2 *W*) verhält sich der Wulst bei den übrigen Schwimm-, Sumpf- und Klettervögeln. Alle drei Vogelordnungen zeigen ihn in guter Ausbildung. Sein hinteres breiteres Ende fällt bei den Schwimm- und Sumpfvögeln mit dem hinteren Rand der dorsalen Großhirnoberfläche zusammen; bei den Klettervögeln wird es erst in einiger

---

[1] Die Furche hat schon Malacarne (l. c. T. III. p. 146) gesehen: ». . . la faccia superiore di ciascun emisfero appena portando un solco superficiale diretto obliquamente in avanti e in dentro«. A. Meckel beschreibt Furche und Wulst (l. c. p. 47) und erwähnt auch den Abdruck des letzteren an der Innenseite des Schädeldaches der Gans. Am Schädeldach des Bussards habe ich gleichfalls einen Abdruck des bei diesem Vogel allerdings anders gelegenen Wulstes vorgefunden.

Entfernung vom hinteren Rande deutlich. Das vordere spitze Ende liegt durchgehends in der vorderen Hälfte der dorsalen Großhirnoberfläche und rückt mehr oder weniger weit gegen die Basis vor: am weitesten beim Wellensittich, weniger weit beim Specht, der Schnepfe, Gans und Ente.

Dieser ersten Gruppe (Schwimm-, Sumpf- und Klettervögel) steht eine zweite gegenüber (Tauben, Raub- und Hühnervögel), bei welcher der Wulst nach Lage und Umfang einen anderen Typus aufweist (vgl. Fig. 4, 5 *W*). In der zweiten Gruppe verschmälert sich nämlich derselbe und rückt aus der hinteren Hälfte der dorsalen Großhirnoberfläche in deren vordere; sein hinteres breiteres Ende kommt etwa an die Grenze zwischen hinterem und vorderem Abschnitt zu liegen; mit seinem vorderen spitzen Ende schiebt er sich bis an den medialen vorderen Basisrand vor. Unter die eben genannte Gruppe lassen sich auch noch einige Singvögel einreihen. So finde ich wenigstens bei den Finkenarten eine den Tauben ähnliche Wulstbildung. Die übrigen mir bekannten Singvögel haben entweder eine glatte Großhirnoberfläche[1] oder lassen kaum mehr als eine schwache Andeutung des vorderen Wulstendes erkennen (vgl. Fig. 7 *W*).

Bei mehreren der von mir untersuchten Vögel (Bussard, Rebhuhn etc.) finde ich das Grau der dorsalen Großhirnoberfläche an ihrem hinteren medialen Rande von einigen querverlaufenden Markstreifen durchzogen, die sich als Ursprungsbündel der strahligen Scheidewand nachweisen lassen. Meckel und Carus geben Ähnliches vom Truthahn an; vgl. ferner die darauf bezügliche Zeichnung bei Carus (Taf. IV, Fig. 18 *F*).

Eine bemerkenswerthe Eigenschaft zeigt das Gehirn des gemeinen Staares. Während man an demselben die eben erwähnten querverlaufenden Markstreifen vermisst, sieht man in der Nähe des hinteren Randes der dorsalen Großhirnoberfläche einen halbmondförmigen Markanflug, über dessen Bedeutung ich bis heute nichts Bestimmtes sagen kann. Ich vermuthe jedoch, dass dieser Markanflug der Großhirnrinde nicht eigentlich aufgelagert ist, sondern dem von mir sogenannten sagittalen Mark im Streifenhügel (vgl. p. 458) angehört und an der bezeichneten Stelle durch die Großhirnrinde durchschimmert[2].

Hintere Großhirnoberfläche. An dieser liegt in einiger Entfernung von ihrem ventralen Rande eine graue Hervorragung, die sich nach Art einer Schneckenwindung zur Basis hinabkrümmt, wo sie am hinteren Umfang des hinteren Basalhöckers endigt (Fig. 1, 3, 6 *SpW*). Der dorsale Rand dieser Hervorragung schärft sich zu einer Kante (Spiralkante) zu, die sich als weiße Spirallinie von dem übrigen grauen Grunde abhebt (Fig. 1, 3, 5, 6 *SpK*). Der ventrale abgeflachte Rand dient einem mattweißen Spiralband (Fig. 1, 3, 6 *SpB.*) zum Ursprung, das wir später als Theil der strahligen Scheidewand werden kennen lernen. Dorsal von der genannten Hervorragung, die ich von nun an Spiralwulst nennen will, zeigt bei den Schwimmvögeln die hintere Großhirnoberfläche in ihrer medialen Hälfte eine dreieckige Abplattung, die durch die Anlagerung des Kleinhirns[1] mit seiner vorderen seitlichen Fläche bedingt ist.

---

[1] Nach den Abbildungen zu schließen, die Serres von den Gehirnen des Straußes und Kasuars giebt (l. c. Atlas, Pl. III, Fig. 77; Pl. IV, Fig. 95), gehören die Laufvögel zu dem Singvogeltypus mit glatter dorsaler Großhirnoberfläche.

[2] Ich habe diesen Markanflug, nachdem ich darauf aufmerksam geworden war, später noch bei mehreren anderen Vögeln konstatirt.

Vordere Kommissur. Drängt man von oben her die beiden Großhirnhemisphären in der Medialspalte etwas aus einander, so sieht man dicht vor dem Sehhügel ein rundes Markbündel von einer Hemisphäre zur anderen ziehen und sich in ihrem hinteren ventralen Theil verlieren. Das genannte Markbündel ist das Homologon der vorderen Kommissur der Säuger.

A. Meckel's Balkenrudiment[2]. Am dorsalen hinteren Rande der vorderen Kommissur beschreibt A. Meckel bei der Gans[3] einen getrennt verlaufenden Markfaden, der ungefähr $1/6$ vom Durchmesser der Commissura anterior ausmacht und den er für die erste Andeutung des Balkens der Säuger hält. Ohne vorerst über die Bedeutung dieses Markfadens ein Urtheil abzugeben kann ich für Meckel das Vorkommen sowohl als die Unabhängigkeit desselben von der Comm. ant. bestätigen, trotz Treviranus, der diese Bildung für ein Kunstprodukt hält, und trotz Stieda, der sich von deren Existenz nicht überzeugen konnte.

Hirnschenkel. Durchschneidet man die vordere Kommissur, so kommt dicht unter ihr der Hirnschenkel zum Vorschein, an dem ich eine ventral mediale und eine dorsal laterale Abtheilung unterscheide. Letztere bildet eine Art rinnenförmiges Lager, in dem die vordere Kommissur eingeschlossen liegt. A. Meckel trennt den Hirnschenkel bei seinem Eintritt aus dem Zwischen- in das Vorderhirn in drei Faserbündel, ein unteres, mittleres und oberes. Das untere, nach Meckel schwächste Bündel, entspricht der ventralen, das mittlere der dorsalen Hirnschenkellage meiner Eintheilung. Meckel's oberes Faserbündel scheint mir eine künstliche Abtrennung innerhalb der dorsalen Hirnschenkellage zu sein.

---

[1] Leuret, l. c. T. I. p. 177. »En arrière les lobes cerebraux des oiseaux touchent le cervelet, ce qui n'a lieu dans aucun reptil ni dans aucun poisson.«

[2] A. Meckel's Balkenrudiment hat vielleicht schon Willis gesehen: ». . . Cerebri anseris, aut galli Indici dissectionem instituas; atque membranis discissis, cerebri fissuram et medietatem ejus unam ab altera, leviter comprimendo, diducas et separare pergas, donec ventum erit ad ipsum fundum, in quo duo corpora medullosa existunt, quae nervorum instar, transversim protensa, hemisphaeria invicem connectunt« (l. c. p. 41).

[3] Mit bloßem Auge habe ich das Bündel außer bei der Gans bei keinem, auch nicht bei den größeren unserer einheimischen Vögel (Ente, Bussard etc.) nachweisen können, wohl desswegen nicht, weil dasselbe bei den meisten Species, ähnlich wie bei der Eule (Fig. 12), nirgend frei zu Tag tritt, sondern in seinem ganzen Verlauf durch die Lamina terminalis verdeckt wird.

Mediale Großhirnoberfläche. Die oben beschriebenen zwei Typen in der Gestaltung der dorsalen Großhirnoberfläche wiederholen sich auch an der medialen, wo sie eigentlich noch deutlicher sind, da letztere gleichsam einen natürlichen Durchschnitt der ersteren darstellt (Fig. 3, 6).

Ein besonderes Merkmal der medialen Großhirnoberfläche bildet ihre strahlenförmige Markdecke, die ich mit Benutzung eines bereits gebräuchlichen Namens als strahlige Scheidewand sensu strictiori[1] bezeichnen will. In ihrer Ausbreitung auf dem genannten Hemisphärenabschnitt lässt sich die strahlige Scheidewand einem circa $^1/_2$ bis $^3/_4$ geöffneten Fächer vergleichen, dessen Strahlen sich ventralwärts zu einem markigen Stiel, dem Markbündel der strahligen Scheidewand, (p. 443) sammeln.

Prüft man die verschiedenen Vogelordnungen auf das Verhalten dieses medialen Theiles der strahligen Scheidewand, so lassen sich dieselben unter zwei Gruppen[2] vereinigen. Bei der ersten Gruppe (Schwimm-, Sumpf- und Klettervögel) ist nur die hintere Hälfte der medialen Hemisphärenoberfläche von der strahligen Scheidewand bedeckt (vgl. Fig. 3 *Sch*) und erscheint desshalb von markweißer Farbe gegenüber dem grauen Grunde der vorderen Hälfte; bei der zweiten

---

[1] Die Autoren bezeichnen im weiteren Sinne als strahlige Scheidewand die ganze mediale und hintere Großhirnrinde, an deren äußerer Oberfläche sich das erwähnte strahlenförmige Mark ausbreitet. Diese Definition ist aber ungenau: denn 1) erhält nur ein Theil der medialen und hinteren Großhirnrinde einen strahlenförmigen Marküberzug, 2) greift letzterer auch noch stellenweise auf die Konvexität des Großhirns über, so dass man konsequenterweise auch diese mit zur strahligen Scheidewand im Sinn der Autoren zählen müsste. Um einer Begriffsverwirrung vorzubeugen, hielte ich es überhaupt für wünschenswerth, zukünftig die Bezeichnung »strahlige Scheidewand« mit einer anderen konciseren zu vertauschen, die sich dann einzig und allein auf die obengenannte strahlenförmige Markdecke zu beziehen hätte.

[2] Dieser doppelte Typus im Verhalten der strahligen Scheidewand ist von den Autoren bisher nicht berücksichtigt worden.

Gruppe (Tauben, Raub-, Hühner- und Singvögel[1]) liegt der Verbreitungsbezirk der strahligen Scheidewand annähernd in der ganzen medialen Großhirnoberfläche (vgl. Fig. 6 *Sch*); letztere trägt daher durchgehends einen markweißen Anflug, der nur nach oben hin, da wo die Fasern der strahligen Scheidewand lichter werden, eine graue Beimischung erhält. In beiden Gruppen lässt sich die strahlige Scheidewand in ihren Fasern bis an den dorsalen Rand der medialen Großhirnoberfläche und oft genug noch darüber hinaus bis in den angrenzenden Wulst verfolgen. In beiden Gruppen schneiden ferner ihre vordersten Strahlen in der Richtung des medialen Endes der die Wulstspitze begrenzenden Furche (vgl. Fig. 3, 6 *WFm*) ein. Eine Ausnahme machen nur die Singvögel, bei denen sich wegen Ausfalls von Wulst und Furche eine bestimmte vordere Grenze nicht angeben lässt. Nach rückwärts ist die strahlige Scheidewand nur als ventrale Schicht entwickelt und zwar in Gestalt eines mattweißen Spiralbandes (vgl. Fig. 1, 3, 6 *SpB*), das von der medialen auf die hintere Großhirnoberfläche umbiegt und am hinteren Basalhöcker mit einem spitzen Ausläufer endigt. Wenn man will, kann man sich auch so ausdrücken: bei ihrem Übergang aus der medialen auf die hintere Großhirnoberfläche breitet sich die strahlige Scheidewand statt auf einer ebenen auf einer cylindrischen Fläche aus; zugleich werden ihre Fasern kürzer und erscheinen am dorsalen Rand in der Richtung einer Schraubenlinie abgeschnitten. Sieht man übrigens genauer zu, so lassen sich dieselben noch in einer gewissen Anzahl aus dem Spiralband über den oben erwähnten Spiralwulst bis zu dessen dorsaler Kante und noch darüber hinaus verfolgen. An der Übergangsstelle zwischen hinterer und medialer Großhirnoberfläche gewinnt es den Anschein, als ob die dorsalste Faserlage der strahligen Scheidewand aus der dorsalen Kante des Spiralwulstes selber entspringe. Wie man an der Hand der Abbildungen erkennt (vgl. Fig. 3, 6), stimmen die beiden Gruppen mit Rücksicht auf den hinteren Theil der strahligen Scheidewand in der Hauptsache überein. Ich darf freilich nicht verhehlen, dass bei den kleineren Vogelarten die eben geschilderten Verhältnisse sich mehr und mehr vereinfachen; so bin ich bei den Singvögeln nur im Stande, eine dem Spiralband der Ente und des Bussards ähnliche Lamelle nachzuweisen, von einem Spiralwulst habe ich keine Andeutung gefunden.

Die gesammte Markmasse der strahligen Scheidewand — der fächerförmige mediale sowohl als der schraubenförmige hintere Antheil — konvergirt zu einem ansehnlichen Markbündel, das nach vorne von der

---

[1] Die strahlige Scheidewand der Laufvögel verhält sich wahrscheinlich wie die der Singvögel. Vgl. Anmerkung p. 440.

Commissura anterior (vgl. Fig. 3, 6 *SchMb*) zur Großhirnbasis[1] hinabsteigt, diese am vorderen Rande des gleichseitigen Tractus opticus (vgl. Fig. 4 *SchMb*) überschreitet, den Hirnschenkel lateralwärts umschlingt und in der Gegend zwischen hinterem dorsal lateralen Sehhügelrand und Corpus opticum einmündet. Das eben beschriebene Markbündel will ich von nun an als Markbündel der strahligen Scheidewand anführen.

Ventrikelwand. Großhirnkammer. Als Ventrikelwand bezeichne ich denjenigen Theil der medialen und hinteren Großhirnrinde, welcher die Großhirnkammer (vgl. unten) unmittelbar bedeckt. Als äußerste Schicht eines Abschnittes der Ventrikelwand haben wir soeben die strahlige Scheidewand kennen lernen. Mit Ausnahme einer spaltförmigen Öffnung hinter der vorderen Kommissur ist die Ventrikelwand allseitig geschlossen. Die genannte Öffnung, durch welche ein Plexus choroideus aus dem dritten Ventrikel in die Großhirnkammer hineintritt, mag als eine Art Foramen Monroi gelten und stellt die einzige Verbindung zwischen dem Höhlensystem von Vorder- und Zwischenhirn her.

Nach Durchtrennung des Markbündels der strahligen Scheidewand lässt sich die Ventrikelwand als dünne Lamelle aufheben, hinter welcher der Streifenhügel (p. 445) zu Tage tritt. Zwischen Streifenhügel und Ventrikelwand liegt ein spaltförmiger Hohlraum eingeschlossen, die Großhirnkammer, das Homologon des Seitenventrikels der Säuger. An der Großhirnkammer der Vögel lässt sich entsprechend dem Kontur ihrer Wände eine mediale und hintere Abtheilung unterscheiden. Ihre Gestalt in drei auf einander senkrechten Schnittebenen erläutern Fig. 9, 11, 14 *V*. Ihre Ausdehnung ist eine auffällig große. Schon A. Meckel weist darauf hin, dass die Großhirnkammer der Gans verhältnismäßig weit größer als beim Menschen ist. Wegen Ausfalls des Balkens in der für die Säuger charakteristischen Form, bei denen der Balkenwulst durch eine Trennung in zwei Blätter die Kluft des Hinter- und Unterhorns[2] zwischen sich entstehen lässt, bleibt der hintere Abschnitt der Großhirnkammer bei den Vögeln ein eintheiliger. Von der medialen Abtheilung der Großhirnkammer ist noch zu erwähnen, dass sie sich nach vorn und ventral in die Höhle der Riechhöcker fortsetzt.

---

[1] Der basale Verlauf des Markbündels der strahligen Scheidewand ist nicht bei allen Vögeln derselbe: beim Bussard liegt das Markbündel anscheinend frei zu Tage und lässt sich am vorderen Rand des Tractus opticus deutlich abgrenzen (vgl. Fig. 4 *SchMb*); bei dem Wellensittich, der Ente und Amsel wird es vom Tractus opticus mehr oder weniger bedeckt (vgl. Fig. 1, 7, 8).

[2] Meynert, l. c. p. 719.

Wie bei der Großhirnkammer unterscheidet man auch an der Ventrikelwand eine mediale und hintere Abtheilung. Die Ventrikelwand, deren Gestalt und Ausdehnung die Fig. 9, 10, 11, 12, 14 *Vw* versinnlichen, stellt eine Membran von ungleicher Dicke dar. In der medialen Abtheilung (vgl. Fig. 9, 10 *Vwm*) liegen die dickeren keilförmigen Stellen am vorderen, hinteren, dorsalen und ventralen Ende. Zwischen den genannten Punkten verdünnt sich die übrige Ventrikelwand zu einer äußerst zarten Membran, die selbst bei den größeren unserer einheimischen Vögel einen Durchmesser von kaum mehr als 1 mm aufweist. Besondere Erwähnung verdient noch die hintere ventrale Zone als die voluminöseste der ganzen medialen Ventrikelwand; wir werden auf dieselbe nochmals zu sprechen kommen. In der hinteren Abtheilung (vgl. Fig. 14 *Vwh*) liegt die dickste Stelle am dorsalen wulstförmig aufgeblähten Ende; eine zweite mehr ventral gelegene Auftreibung (vgl. Fig. 14 *SpW*) erleidet die hintere Ventrikelwand bei den Vögeln mit stark ausgeprägtem Spiralwulst (Schwimm-, Sumpf- und Raubvögel); bei den übrigen Vögeln verschmälert sie sich in dorsal ventraler Richtung mehr gleichmäßig; eine plötzliche Verdünnung tritt erst wieder im Bereich des oben erwähnten Spiralbandes ein, das mit seinem ventralen Rand in den hinteren Basalhöcker übergeht[1] (vgl. Fig. 14 *SpB*).

Dieselbe Verdünnung des ventralen Randes[2] der hinteren Ventrikelwand (hintere Wand des Hemisphärenbläschens) finden wir beim Vogel- und Säugerembryo; während aber dieser Theil beim Säuger im Laufe der Entwicklung eine Loslösung von der übrigen Wand der Hemisphärenblase erfährt und sich als Fascia dentata über das in der Faltung begriffene Ammonshorn stülpt, bleibt beim Vogel wegen Mangels eines Ammonshorns diese Einstülpung und somit auch die Unterbrechung in der Kontinuität der Hemisphärenblase aus; die hintere Ventrikelwand verhält sich demnach mit ihrem ventralen Rand beim entwickelten und unentwickelten Vogel gleich.

Streifenhügel. Nach Wegnahme der Ventrikelwand sieht man eine graue um eine Frontalachse hufeisenförmig gekrümmte Masse hervorragen, die ventralwärts in einen vorderen schmäleren und einen hinteren breiteren Wulst endigt. Vorderer und hinterer Wulst sind an ihren medialen Flächen glatt; dagegen trägt letzterer an seiner hinteren schraubenförmig gebogenen Fläche eine ventrale seichte Furche und eine dorsale Kante, genau in derselben Höhe, in der der dorsale kantige und der ventrale flache Rand des Spiralwulstes (p. 441) verläuft, so dass es den Anschein gewinnt, als sei letzterer nichts weiter denn der Abdruck des hinteren Streifenhügelwulstes.

---

[1] Ähnliche Verhältnisse, wie die oben geschilderten vom Vogel, liegen bei den Reptilien vor.

[2] Zur Zeit der ersten Anlage des Hemisphärenbläschens ist seine Wand selbstverständlich in allen ihren Theilen gleichmäßig dick; die oben erwähnten Wachsthumsverschiedenheiten der hinteren Blasenwand sind durch spätere Entwicklungseinflüsse bedingt.

Die von den Autoren als Streifenhügel bezeichnete Masse verdient diesen Namen aber nur uneigentlich, in so fern man an derselben homologe Ganglien für den geschwänzten Kern (Nucleus caudatus) und Linsenkern (Nucleus lentiformis) der Säuger nicht nachweisen kann. Will man den Umfang des Streifenhügels beim Vogel begrenzen, so muss man sagen, derselbe ist gleich dem der Hemisphäre weniger deren Rindenüberzug. Da nun letzterer überaus dürftig entwickelt ist und eines besonderen Marklagers (Stabkranzes) ermangelt, darf man das Volum des Streifenhügels[1] dem größeren Theil der Hemisphäre gleichsetzen.

II. Mikroskopische Beschreibung[2].

Ich gehe sofort zur Detailbeschreibung über, indem ich bezüglich des allgemeinen mikroskopischen Theiles auf die Handbücher der Gewebelehre und vergleichenden Gewebelehre verweise, mit besonderer Betonung dessen, dass die für das Säugerhirn festgestellten Verhältnisse über die Marksubstanz und die zelligen Elemente auch für das Vogelhirn Geltung haben.

Ich beginne mit der Schilderung der Großhirnrinde, in erster Reihe mit der als Ventrikelwand bekannten Rindengegend.

Ventrikelwand. In der medialen Abtheilung der Ventrikelwand zeigt die dorsale Zone (vgl. Fig. 12 *Vwm*) einen der Säugerrinde ähnlichen Schichtungstypus. Ich zähle an ihr von außen nach innen

---

[1] J. F. Meckel bemerkt zutreffend in seiner Übersetzung von Cuvier's Vorlesungen über vergleichende Anatomie (l. c. p. 169): »Entweder hat der gestreifte Körper bei den Vögeln eine andere Bedeutung als bei den Säugethieren, oder mit dieser außerordentlichen Größe desselben im Verhältnis zur Hemisphäre lässt sich die Gall'sche Behauptung, dass der gestreifte Körper als Hauptganglion des großen Gehirns immer in direktem Verhältnis mit der Größe der Hemisphäre (d. h. deren Rinde) stehe, durchaus nicht vereinigen.« Dasselbe Argument lässt sich gegen Meynert anführen, der gleichfalls ein Abhängigkeitsverhältnis des Streifenhügels von der Hirnrinde annimmt. Dass ein solches nicht besteht, ist übrigens in exakter Weise durch v. Gudden's Exstirpationsversuche am Kaninchen erwiesen (l. c. II. p. 439).

[2] Unter den Autoren ist meines Wissens Stieda der Einzige, der das Großhirn der Vögel mikroskopisch untersucht hat. Seine übrigens sehr summarischen Angaben vgl. l. c. I. p. 46.

1) eine äußere weiße Schicht,
2) eine Schicht mittelgroßer Pyramidenzellen,
3) eine innere zellfreie Schicht.

Ich brauche die Bezeichnung »äußere weiße Schicht« nach dem Vorgang von Kölliker[1], der dieselbe zuerst für die äußere Lage der grauen Substanz der Hirnwindungen bei den Säugern eingeführt hat. In beiden Thierklassen verhält sich die genannte Schicht homolog: ihr feinkörniges Grundgewebe enthält neben spärlichen kleinen Zellen, deren Fortsätze ein Netzwerk bilden, eine große Menge feiner markhaltiger Nervenfasern, die beim Vogel die später genauer zu beschreibende strahlige Scheidewand zusammensetzen helfen. Nur in einem Punkt weicht die äußere weiße Schicht der Vögel von der der Säuger ab: sie bildet nämlich bei ersteren kein kontinuirliches Lager wie bei letzteren, sondern reducirt sich da und dort auf ein Minimum oder verschwindet ganz, indem die Ganglienzellen der zweiten Schicht nach außen vorrücken. An der Stelle ihrer stärksten Entwicklung beträgt der Breitendurchmesser der äußeren weißen Schicht beim Singvogel (Kernbeißer) 0,10 mm, bei der Taube 0,15 mm, bei der Ente (vgl. Fig. 10 *Vwm*) und Eule 0,20 mm.

Die zweite Schicht nimmt den größeren Theil der Ventrikelwand ein und besteht aus pyramidenförmigen 10—15 μ breiten Ganglienzellen. Dieselben liegen gedrängt bei einander und lassen keine ausgesprochene Richtung ihrer Spitzenfortsätze erkennen, ausgenommen an der Grenze gegen die äußere weiße Schicht, wo sie mit ihrem Längsdurchmesser parallel dem dorsal ventralen Faserfluss der strahligen Scheidewand gestellt sind.

Die innere zellfreie Schicht bildet einen schmalen, unmittelbar an das Ependym grenzenden Saum, der ausschließlich aus feinkörniger Grundsubstanz zusammengesetzt ist.

An der Übergangsstelle zwischen vorderer dorsaler und vorderer ventraler Zone verschmälern sich die Pyramidenzellen der oben erwähnten zweiten Schicht und nehmen Spindelgestalt an. Die so veränderten Zellen bevölkern zusammen mit den Fasern der strahligen Scheidewand, zwischen denen sie, eine hinter der anderen, eingeschaltet liegen, die ganze Breite der vorderen ventralen Ventrikelwand (vgl. Fig. 11).

In der hinteren ventralen Zone sammeln sich die Fasern der strahligen Scheidewand zu dem bereits früher erwähnten Markbündel der strahligen Scheidewand (vgl. Fig. 9 *Vwm*). Ihr übriges Gewebe wird von grauer Substanz mit eingelagerten zahlreichen Ganglienzellen gebildet; es kommen verschiedene Zellformen vor: außer einer großen Menge von Körnern Pyramiden von 12 μ, Spindeln von 6 μ und rundliche multipolare Zellen von 10 μ Querdurchmesser. Die Spindeln umkreisen in koncentrischer Anordnung den Querschnitt des Markbündels der strahligen Scheidewand. Die Pyramiden- und Rundzellen liegen regellos durch einander.

---

[1] l. c. p. 303.

Die hintere Abtheilung der Ventrikelwand ist in ihrem dorsalen Abschnitt in ähnlicher Weise geschichtet, wie die korrespondirende mediale Zone. Als besondere Eigenthümlichkeit erwähne ich das Auftreten von Nervenmark innerhalb der Ganglienzellenschicht, indem sich zwischen deren äußerem und mittlerem Dritttheil sagittale Faserzüge, zu einzelnen Bündeln geordnet, einschieben, die an der dorsalen Kante des Spiralwulstes in die äußere weiße Schicht durchbrechen (vgl. Fig. 14 *Vwhb*).

Ungefähr in der mittleren Höhe des Spiralwulstes macht sich folgende gewebliche Veränderung bemerkbar: während äußere weiße und innere zellfreie Schicht stetig zunehmen, verschmälert sich in demselben Grade die Pyramidenzellenschicht, so dass schließlich nur noch eine dünne von äußerer und innerer Schicht umsäumte Reihe von Pyramidenzellen (vgl. Fig. 14 *Vwhc*) übrig bleibt; zugleich erhält die innere zellfreie Schicht durch die Entwicklung einer allerdings nur spärlichen Anzahl markhaltiger Nervenfasern eine histologische Ähnlichkeit mit der äußeren weißen Schicht, so dass man in dieser Region von einer inneren weißen Schicht sprechen kann.

Der ventrale Saum der Ventrikelwand (Spiralband) (vgl. Fig. 14 *SpB*) besteht nur mehr aus feinen markhaltigen Nervenfasern, die durch granulirte Grundsubstanz mit eingeschalteten 5 μ großen Körnern von einander getrennt sind. Dorsalwärts verlieren sich die genannten Fasern in der äußeren und inneren weißen Schicht; ein kleinerer Theil scheint aus den Pyramidenzellen selber zu kommen.

Streifenhügelrinde. Als solche bezeichne ich dasjenige Gebiet der Großhirnrinde, das nach Abzug der Ventrikelwand und des Tuberculum olfactorium übrig bleibt. Ihr Verbreitungsbezirk fällt demnach mit dem größeren Theil der Hemisphäre zusammen und umfasst deren ventrale, laterale und dorsale Oberfläche. Ihre Grenze gegen das eigentliche Streifenhügelgewebe vgl. in Fig. 12, 14, 15, 16 *SR*.

In ihrem dorsalen Abschnitt ist die Streifenhügelrinde breiter als in ihrem lateralen und ventralen. In den zwei letzteren erscheint sie bei der makroskopischen Betrachtung von Karminpräparaten als schmaler dunkelrosarother Saum über dem hellrosarothen Streifenhügel[1]; in seinem dorsalen Lager ist dieser Saum an seinem ventralen Rande noch von einer saturirt rothen Linie (vgl. Fig. 14, 15, 16 *SR'*) eingefasst[2].

Mikroskopisch verhält sich die gesammte Streifenhügelrinde in ihren äußeren Schichten gleich. Ich unterscheide an ihr

1) eine der äußeren weißen Schicht der Ventrikelwand homologe Lage;

2) eine von Ganglienzellen mäßig bevölkerte Schicht. Neben spärlichen, 10—15 μ breiten Pyramidenzellen findet man noch vielstrahlige, rundliche bis 20 μ breite Zellen und 5 μ große Körner. Die Pyramidenzellen zeigen keine bestimmte Anordnung ihrer Spitzenfortsätze.

Die saturirt rothe Linie im dorsalen Abschnitt der Streifenhügelrinde besteht aus dicht gedrängten 5 μ großen Körnern, zwischen die sich von Strecke zu Strecke kleine Pyramidenzellen von weniger als 10 μ Durchmesser einlagern.

Vergleicht man nun die Strukturverhältnisse der Rinde des Streifenhügels einerseits und derjenigen der Ventrikelwand andererseits, so ergiebt sich Folgendes:

1) eine äußere weiße Schicht kommt beiden Rindengebieten zu, der Streifenhügelrinde allerdings in beschränkterem Maß;

2) eine innere zellfreie Schicht fehlt der Streifenhügelrinde vollständig;

3) in beiden Rindengebieten ist die Ganglienzellenschicht durch Pyramidenzellen vertreten; während aber die Ventrikelwand sich einzig und allein aus Pyramidenzellen zusammensetzt, gesellen sich zu diesen in der Streifenhügelrinde noch vielstrahlige Ganglienzellen als zweite und sogenannte Körner als dritte Zellform hinzu.

[1] Die erwähnten Farbenunterschiede sind durch das plus und minus von Marksubstanz in beiden Hirntheilen bedingt: das markreichere Streifenhügelgewebe färbt sich bei Karminbehandlung weniger intensiv als seine markärmere Rinde.

[2] Der Kontur der Streifenhügelrinde ist in den Fig. 12, 14, 15, 16 nur stückweise wiedergegeben. Über das Verhalten der ventralen und lateralen Streifenhügelrinde vgl. Fig. 12 von der Eule; über den dorsalen Rindenabschnitt vgl. Fig. 14, 15, 16 vom Specht. Wie man sieht, nimmt die dorsale Rinde beim Specht in der Richtung gegen die Medialebene an Durchmesser stetig zu; ihre kolbige etwa in der Mitte der Konvexität gelegene Auftreibung in Fig. 16 fällt mit dem vorderen medialen Ende des p. 439 beschriebenen Wulstes zusammen. Bei den Tauben mit wesentlich anderer Wulstbildung vermisse ich eine solche kolbige Auftreibung der zugehörigen Rinde; dagegen findet man zwischen dieser und dem angrenzenden Streifenhügel eine schmale zellfreie Schicht (Fig. 9 *W*). Über die Bedeutung des Wulstes bei den verschiedenen Vogelordnungen in seiner Eigenschaft als Abschnitt der dorsalen Streifenhügelrinde werde ich nach Vervollständigung meines Untersuchungsmaterials an einem anderen Ort berichten.

Riechhöcker. Die Struktur der Riechhöcker der Vögel, die mit der der Riechkolben der Säuger der Hauptsache nach übereinstimmt, ist bereits von Stieda richtig beschrieben worden. Man unterscheidet von außen nach innen:

1) die Schicht der Olfactoriusfasern;

2) eine fein granulirte Schicht mit eingelagerten klumpigen Massen (Stratum glomerulosum, Meynert);

3) eine gleichfalls fein granulirte aber breitere Schicht, an deren innerer Grenze eine Reihe 20 μ großer, mit den Spitzenfortsätzen nach außen und der Basis nach innen gerichteter Pyramidenzellen zum Vorschein kommt;

4) eine Schicht dicht gedrängter Körner von 5 μ Durchmesser, zwischen denen man feinste markhaltige Nervenfasern in großer Anzahl verlaufen sieht;

5) eine Schicht von Ependymzellen, welche die Höhle des Processus mammillaris auskleiden.

Mark der Großhirnrinde. In der Ventrikelwand findet sich ein Marklager einzig und allein an deren äußeren Oberfläche; wir haben dasselbe, auf welches wir alsbald zurückkommen werden, bereits als strahlige Scheidewand kennen gelernt.

Eine der Stabkranzfaserung des Säugerhirns homologe Markschicht, die caeteris paribus an der inneren Oberfläche der Ventrikelwand zu liegen käme, sucht man beim Vogel an dieser Stelle vergebens.

In der lateralen und dorsalen Streifenhügelrinde ist das äußere Marklager rudimentär entwickelt; relativ mächtig wird es nur in der Nachbarschaft der Ventrikelwand angetroffen und erweist sich hier als Fortsetzung und Ende der strahligen Scheidewand; dagegen erhält ein Theil der ventralen Streifenhügelrinde durch das Auftreten des basalen Markbündels einen ansehnlichen äußeren Markbelag.

Neben dem genannten transversal gerichteten äußeren Marklager ist in der Streifenhügelrinde noch ein zweites, radiär verlaufendes zu nennen, das der Hirnschenkelausbreitung angehört und mit letzterer zusammen beschrieben werden soll. Ein Theil dieses Radiärsystems wird annähernd in der mittleren Höhe des Streifenhügels aus seiner ursprünglichen Bahn abgelenkt und verläuft erst eine Strecke weit in sagittaler Richtung, bevor es in die radiäre zurückbiegt und so den Hirnschenkelstamm erreicht. Das in die Radiärbahn des Hirnschenkels eingeschaltete System sagittal verlaufender Nervenfasern (vgl. Fig. 13, 14 *SMs*) kommt in modificirter Weise auch bei den Säugern vor, indem es bei diesen aus dem Streifenhügel an den ventralen Rand der Großhirnrinde hinaufrückt, wo es den dorsalen Theil der Stabkranzfaserung ausmacht.

Eine innere Markschicht existirt demnach in der Streifenhügelrinde eben so wenig wie in der Ventrikelwand.

Markbündel der strahligen Scheidewand. Der am vorderen Rand der Commissura anterior als der ventralen Umbiegungsstelle des Markbündels der strahligen Scheidewand angelegte Frontalschnitt (Fig. 10) giebt ein ergänzendes Bild zu der früheren Angabe (p. 443). Wie man sieht, liegt nur das dem Fächer der strahligen Scheidewand angehörige Stratum an der äußeren Oberfläche der medialen Ventrikelwand (vgl. Fig. 10 *Vwm*); das Markbündel selber entfernt sich alsbald von der Oberfläche und tritt in divergenter Richtung von innen und oben nach außen und unten (vgl. Fig. 10 *SchMb*). Mit seinem äußern unteren Ende schneidet es an der Grenze zwischen Vorder- und Zwischenhirn ein; seine dorsale Decke bildet an dieser Stelle der Hirnschenkel, seine ventrale der Tractus opticus. Sein letztes Ende liegt übrigens, wie Schnittpräparate lehren, nicht im Sehhügel, sondern in einem Faserzug, der zusammen mit dem Tractus opticus in das dorsale Mark des Corpus opticum einstrahlt.

Das Markbündel der strahligen Scheidewand besteht aus markhaltigen feineren und gröberen Nervenfasern, von denen letztere bis 8 μ im Durchmesser erreichen; zwischen den Nervenfasern liegen stellenweise 5 μ große Körner zerstreut; Anhäufungen von Ganglienzellen im Verlauf des Bündels habe ich nicht ermitteln können. Dessgleichen scheint an seiner ventral lateralen Umbiegung ein Faseraustausch mit dem Hirnschenkel nicht zu bestehen.

Fächer der strahligen Scheidewand. Dieser besteht, wie das Markbündel, aus Nervenfasern gröberen und feineren Kalibers, die sich, wie schon öfter erwähnt, in der äußeren weißen Schicht der Ventrikelwand ausbreiten.

In der medialen Abtheilung der Ventrikelwand reichen die Fasern der strahligen Scheidewand über deren vorderen und dorsalen Rand in die angrenzende Streifenhügelrinde hinein. Bei den Vogelordnungen, bei denen an der dorsalen Großhirnfläche ein Wulst ausgebildet ist, gehört letzterer mit zu ihrem Ursprungsgebiet. In der Ventrikelwand selber liegt ihr letztes Ende in der Pyramidenzellenschicht, aus welcher man sie in Frontalschnitten als Quer- und Schrägzüge in die äußere weiße Schicht treten sieht. Diese nimmt, entsprechend dem Faserzuwachs von oben nach unten, in derselben Richtung stetig zu, bis sie schließlich unter Verdrängung der Ganglienzellenschicht die ganze Breite der Ventrikelwand ausfüllt. In der dorsalen Fortsetzung der letzteren wird die strahlige Scheidewand immer schmächtiger, je mehr sie auf den Wulst der dorsalen Großhirnoberfläche übergreift, bis sie an dessen lateralem Rande ganz verschwindet. Als Ursprungszellen dieses Theils der strahligen Scheidewand dienen die oben beschriebenen pyramidenförmigen und vielleicht auch die multipolaren Ganglienzellen der Streifenhügelrinde.

Im dorsalen Theile der hinteren Ventrikelwand unterscheidet man als Komponenten der strahligen Scheidewand 1) einen Faserzug an der äußeren Oberfläche (Fig. 14 *Vwha*) mit dorsal ventraler Verlaufsrichtung. Der Ursprung dieser Fasern ist außer in der Ganglienzellenschicht in der der Ventrikelwand dorsal angrenzenden Streifenhügelrinde gelegen; 2) eine Anzahl von anscheinend sagittal verlaufenden Faserbündeln (vgl. Fig. 14 *Vwhb*), deren Querschnitte, einer über dem anderen, an der Grenze zwischen äußerem und mittlerem Dritttheil der Pyramidenzellenschicht zum Vorschein kommen. Verfolgt man dieselben an einer fortlaufenden Schnittreihe, so sieht man, wie je der ventralste von ihnen in der Ebene der Spiralkante aus der Ganglienzellenschicht in die äußere weiße Schicht durchbricht, und wie dann die übrigen Bündel, eines nach dem anderen, ventralwärts vorrücken und so gleichfalls ihren Übergang in die äußere weiße Schicht bewerkstelligen. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Verlaufsrichtung dieser Faserzüge in Wirklichkeit eine schräg von hinten und oben nach vorn und unten abfallende ist. Durch die Vereinigung des Faserkontingents von 1) und 2) in der äußeren weißen Schicht wird letztere über der Spiralkante nicht unbeträchtlich vergrößert; unterhalb derselben sinkt ihr Durchmesser auf ein Merkliches zurück. Der Grund dieses eigenthümlichen Verhaltens ist folgender: es verläuft nämlich nur der kleinere Theil der eben genannten Fasern über den Spiralwulst ventralwärts weiter; der größere Theil biegt in der Richtung der Spiralkante auf die mediale Großhirnfläche um, wo er als gesondertes Bündel in den hinteren Rand der medialen Abtheilung der strahligen Scheidewand einmündet. Ich habe früher gesagt (p. 443), dass die strahlige Scheidewand an der Grenze zwischen medialer und hinterer Abtheilung in der Spiralkante zu endigen scheint; wie wir nun wissen, treten ihre Fasern in der genannten Ebene nur an die äußere Oberfläche; der letzte Ursprung derselben ist in der Ganglienzellenschicht gelegen.

Im Spiralwulst verlaufen die Fasern der strahligen Scheidewand an dessen äußerer und innerer Oberfläche; eine intraganglionäre[1] Faserlage kommt hier nicht vor. Die im dorsalen Theil des Spiralwulstes mangelhaft entwickelte äußere Faserlage erfährt ventralwärts eine ansehnliche Verbreiterung und zwar durch einen Zuwachs von Fasern, die aus der

---

[1] Intraganglionäre Faserlage (sit venia verbo), d. i. innerhalb der Ganglienzellenschicht gelegene Fasern.

Ganglienzellenschicht des Wulstes selber kommen. Innere und äußere Faserlage vereinigen sich schließlich und konvergiren in Gestalt des früher beschriebenen Spiralbandes gegen die mediale Großhirnfläche.

Die Bedeutung der strahligen Scheidewand ist bis heute nicht festgestellt. Ich werde auf diese Frage alsbald zurückkommen. Zuvor will ich untersuchen, ob und wie fern man Homologien zwischen der nunmehr besprochenen Rinde der Vögel und derjenigen der Säuger nachweisen kann.

Ein oberflächlicher Vergleich lehrt bereits, dass die Großhirnrinde der Vögel gegenüber derjenigen der Säuger ein quantitativ und qualitativ defektes Gebilde ist. Prüft man die angeführten drei Typen der Vogelrinde nach den Merkmalen, die den von Meynert aufgestellten fünf Typen der Säugerrinde eigen sind, so ergiebt sich eine Übereinstimmung beider Thierklassen einzig und allein rücksichtlich des Bulbus olfactorius (Tuberculum olfactorium bei den Vögeln). Ein Lobus olfactorius kommt den Vögeln schon nicht mehr zu. Die von Treviranus als homolog gedeutete Rindenpartie (p. 439) erweist sich als ein Theil der Streifenhügelrinde und zeigt nichts weniger als den geweblichen Typus des Lobus olfactorius der Säuger. Bemerkenswerth ist ferner der Umstand, dass ein der Stirn- und Hinterhauptsrinde der Säuger homologer Gewebstypus vermisst wird: die oben erwähnte dreischichtige dorsale Streifenhügelrinde entspricht keiner von beiden Rindenarten, sondern muss als ein dem Vogel eigenthümliches Vorkommnis aufgefasst werden.

A. v. Haller und Andere sprechen ohne eingehendere Motivirung die strahlige Scheidewand als Homologon des Säugerfornix an. Wäre diese Annahme richtig, so müsste es auch gelingen, beim Vogel ein Homologon für die Ammonshornwindung als Ursprungsgebiet des Fornix nachzuweisen. Da nun die strahlige Scheidewand ihren Ursprung aus der Ventrikelwand ableitet, wäre letztere das gesuchte Homologon. Diese Schlussfolgerung ist aber unzulässig; es sprechen dagegen folgende Erwägungen:

1) Wie Eingangs erwähnt, vermisst man bei den Vögeln die den Säugern eigenthümliche Einstülpung der hinteren und medialen Wand der Hemisphärenblase zu dem als Ammonshorn bekannten Rindenabschnitt.

2) Gegen eine Homologie der Ventrikelwand mit dem Ammonshorn spricht ferner ihre Ausdehnung, die eine unverhältnismäßig größere ist, als die des Ammonshorns selbst bei den mit Bezug auf letzteres bevorzugtesten Säugern (Nager, Insectivoren, Fledermäuse).

3) Ein weiterer Gegenbeweis ist die Strukturverschiedenheit von Ammonshorn und Ventrikelwand. Wenn auch letztere die sogenannte

äußere und innere weiße Schicht stellenweise mit dem Ammonshorn gemein hat, so verhalten sich doch in beiden Rindengebieten die Markschichten als die für uns wesentlich in Betracht kommenden Theile vollständig verschieden. Ein dem Muldenblatt[1] resp. der Fimbria des Ammonshorns entsprechendes Marklager ist in der Ventrikelwand gar nicht vorhanden. Umgekehrt liegt die strahlige Scheidewand als vermeintliches Homologon der Fimbria in derselben äußeren weißen Schicht, die im Ammonshorn das Kernblatt einnimmt. Ich bin übrigens weit entfernt, strahlige Scheidewand und Kernblatt desswegen für homolog zu halten: dem Kernblatt wird allgemein die Bedeutung eines Associationsfasersystems zugesprochen; die strahlige Scheidewand resp. deren Markbündel dürfte mit größerer Wahrscheinlichkeit zu den Projektionsbündeln zu zählen sein.

Gegen eine Homologie von Fornix und strahliger Scheidewand spricht endlich der verschiedene periphere Verlauf der Columna Fornicis (Columna descendens, Meynert) und des Markbündels der strahligen Scheidewand. Die Columna Fornicis passirt die vordere Kommissur nach rückwärts, das Markbündel der strahligen Scheidewand nach vorne. Letzteres endigt mit dem Tractus opticus derselben Seite im dorsalen Mark des Corpus opticum (p. 451); die Fornixsäule kreuzt sich dorsal vom Corpus mammillare mit der der anderen Seite und gesellt sich im weiteren Verlauf der Hirnschenkelhaube bei; ihr letztes Ende ist bislang unbekannt.

Aus obigen Betrachtungen geht wohl zur Genüge hervor, dass die strahlige Scheidewand das Homologon des Fornix nicht ist.

A. Meckel hält strahlige Scheidewand und ihr Markbündel für »analog« dem Pedunculus Septi lucidi und dessen Markstrahlung beim Menschen, fügt freilich bei, dass der Pedunculus Septi lucidi noch nicht bis zu seinem hinteren Ursprung verfolgt worden ist. Ich habe bereits an einem anderen Orte[2] Gelegenheit gehabt, auf die Unhaltbarkeit dieser von Meckel und Anderen[3] vertretenen Auffassung hinzuweisen. Die Gründe, welche gegen die Deutung von Meckel sprechen, sind kurz gefasst folgende: 1) Die ungleiche Ausdehnung von strahliger Scheidewand und Markstrahlung des Pedunculus Septi lucidi; letztere ist eine unverhältnismäßig kleinere als erstere; 2) die Verschiedenheit im Verlauf beider Theile: das Markbündel der strahligen Scheidewand endigt, wie oben erwähnt, im dorsalen Mark des Corpus opticum; die Fasern des Pedunculus Septi lucidi lassen sich über die Substantia perforata anterior hinaus nicht verfolgen[1].

---

[1] Vgl. Meynert, l. c. p. 712.

[2] Vgl. Arch. f. Psychiatrie etc. Bd. XIII. Heft 1.

[3] Vgl. Stieda, l. c. II. p. 166. »Die großen kolbigen Abschnitte des Vorderhirns der Vögel entsprechen den Hemisphären, die darin eingeschlossenen Körper den Streifenhügeln, die strahlige Scheidewand dem Septum pellucidum. Die Existenz von Theilen, welche dem Corpus callosum und Fornix des Menschengehirns gleich zu setzen sind, ist mir fraglich.«

Indem ich hier abschließe, muss ich mich vorläufig mit einem negativen Untersuchungsresultat begnügen, und die Frage nach der vergleichend anatomischen Bedeutung der strahligen Scheidewand der Vögel zur Zeit als eine offene bezeichnen.

Streifenhügel. Die Gliederung des Streifenhügels in geschwänzten Kern und Linsenkern ist bei den Vögeln in der für die Säuger typischen Weise nicht vorhanden; dagegen macht sich eine Gliederung in anderer Weise geltend. An Frontalschnitten erkennt man, dass das Grau des Streifenhügels von zwei am frischen Präparat weißen, koncentrischen Bogenlinien (vgl. Fig. 11 *Wlv*, *Wld*), einer ventralen und dorsalen, durchschnitten ist; der Vergleich mit sagittalen und horizontalen Schnitten lehrt übrigens, dass diese Bogenlinien in verschiedenen Ebenen mit verschiedenen Radien beschrieben sind, mit anderen Worten, dass die wahre Gestalt der genannten Linien eine wellenförmige ist. In Wirklichkeit verhält sich also die Sache so, dass das Grau des Streifenhügels von zwei weißen Flächenschichten mit wellenförmigem Kontur unterbrochen wird. In der Folge werde ich der Kürze halber nicht von Flächen, sondern nur von Linien, und zwar von einer ventralen und dorsalen Wellenlinie sprechen (vgl. Fig. 9—16 *Wlv, Wld*).

Im hinteren lateral ventralen Theile des Streifenhügels liegt ein von diesem geweblich differentes Gebiet: der Mandelkern. Seine Beschreibung soll später nachgeholt werden.

Das Streifenhügelgewebe besteht 1) aus 25 μ großen, im hinteren, lateralen, dorsalen Streifenhügelabschnitt gelegenen Pyramidenzellen; 2) aus 10—15 μ großen Pyramidenzellen[2], die den ganzen übrigen Streifenhügel in gleichmäßiger Dichtigkeit bevölkern; 3) aus der Zahl nach die vorgenannten Zellformen weitaus überwiegenden Körnern von 5 μ Durchmesser, die bis zu 6 und mehr in Alveolen (Nestern) der Glia zusammenliegen. Allem Anschein nach gehören diese Körner[3], die innerhalb derselben Grenze wie die sub 2 beschriebenen Pyramidenzellen vorkommen und mit diesen zusammen den eigentlichen Gewebstypus des Streifenhügels ausmachen, kleinen Zellen an, deren Protoplasma an Schnittpräparaten verloren gegangen ist. In der Richtung der ventralen Wellenlinie tritt eine Veränderung im Streifenhügelgewebe auf: es schiebt sich nämlich an dieser Stelle eine schmale Schicht von Spindelzellen ein, die mit ihrem Längsdurchmesser parallel dem Verlauf der ventralen Wellenlinie gestellt sind. In der dorsalen Wellenlinie erweist sich deren vorderer Abschnitt als zellfreies Gebiet (Zwischenkörnerschicht nach Meynert) inmitten des übrigen zellreichen Streifenhügelgewebes; dem mittleren und hinteren Abschnitt geht stellenweise die Eigenschaft als Zwischenkörnerschicht verloren, dadurch, dass sich in der Richtung seines Konturs eine Schicht sagittal verlaufender Nervenfasern einlagert (vgl. Fig. 11, 13, 14 *SMs*) (p. 458).

---

[1] Betr. die Widerlegung der Hypothese von Malacarne (l. c. p. 148), der die strahlige Scheidewand als Balken deutet, verweise ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf Serres (l. c. T. II. p. 471—473).

[2] Die durch *S'* bezeichnete Wellenlinie in Fig. 15 und 16 besteht gleichfalls aus einer schmalen Schicht von mit ihrem Längsdurchmesser parallel dem Kontur *S'* gerichteten 10—15 μ breiten Pyramidenzellen. Die Bedeutung dieser Schicht ist mir unklar.

[3] Da bei den Vögeln eine Markschicht (Stabkranz) zwischen eigentlichem Streifen-

Auf die wichtige Beziehung der zwei Wellenlinien, d. h. der durch sie markirten Streifenhügelzonen zum Hirnschenkelverlauf werde ich alsbald zurückkommen.

Hirnschenkel (ventrale Abtheilung). Der Stamm des Hirnschenkels zerfährt nach Art eines Büschels, indem sich seine Fasern radienförmig nach allen Richtungen im Streifenhügel ausbreiten. Die Ausbreitung der Hirnschenkelfasern geschieht aber nur für einen Theil in einer Flucht bis zur Großhirnrinde, für den anderen erfolgt sie in zwei Absätzen, deren erster bis zur ventralen, deren zweiter bis zur dorsalen Wellenlinie reicht. Wenn man will, kann man sich auch so ausdrücken: ein Theil der Hirnschenkelausstrahlung wird auf ihrem Weg zur Großhirnrinde in zwei senkrecht auf sie gestellten Wellenlinien unterbrochen. Welcher Art diese Unterbrechung sei, werden wir jetzt kennen lernen.

In Fig. 15 *Pedv*, in der der Hirnschenkel noch an der Grenze von Vorder- und Zwischenhirn gelegen ist, sieht man seine Ausstrahlung nur in ihrem vorderen Theil entwickelt. Die Entwicklung des mittleren und hinteren Theils veranschaulicht Fig. 14 *Pedv*; in der zuletzt gezeichneten Schnittebene ist der Hirnschenkel bereits tief in den Streifenhügel hineingerückt. In seinem Stammtheil besteht derselbe aus Nervenfasern zweierlei Kalibers, 1) aus feinsten Fasern von 1 μ Durchmesser und weniger, 2) aus feinen deutlich markhaltigen Fasern von 5 μ Durchmesser. Diese beiden Arten von Fasern sind gleich zahlreich und liegen gemischt

---

hügelparenchym und dessen Rindenüberzug fehlt, sind die nestförmige Gruppirung der Körner in jenem und die multipolaren Ganglienzellen in diesem die einzigen, aber genügenden Unterscheidungsmerkmale zwischen beiden sonst ziemlich gleichartigen Gewebstypen.

unter einander. Im Anfang der radiären Vertheilung des Hirnschenkels erscheinen gleichfalls die genannten zwei Faserarten, mit dem Unterschied jedoch, dass die feinen bündelweise zusammentreten. In diesem Abschnitt unterscheidet man demnach 1) Bündel von 15 μ Durchmesser, die aus den Fasern von 1 μ Durchmesser zusammengesetzt sind; 2) die oben beschriebenen Fasern von 5 μ Durchmesser. Bündel und Einzelfasern vereinigen sich von nun ab zu gröberen Strängen, deren jeder bei Lupenvergrößerung als Einzelstrahl in der Gesammtstrahlung des Hirnschenkels sichtbar wird.

Sobald die Hirnschenkelfasern die ventrale Wellenlinie (vgl. Fig. 9, 14, 15 *Wlv*) berühren, erfährt ihr bis dahin gleichmäßig radiärer Verlauf eine theilweise Ablenkung. Ein Theil setzt ungestört durch die ventrale Wellenlinie hindurch und endigt erst in der zwischen dieser und dorsaler Wellenlinie gelegenen Streifenhügelpartie; ein anderer Theil lässt sich sogar noch bis über die dorsale Wellenlinie hinaus verfolgen; ein dritter endlich erreicht im Niveau der ventralen Wellenlinie ein vorläufiges Ende: hier sieht man die zuletzt genannten Fasern in eine Schicht von Quer- und Schrägschnitten gleichen Kalibers übergehen, aus der sie als Bogenfasern wieder auftauchen, um nach ihrem Übertritt in den dorsal gelegenen Streifenhügelabschnitt in die alte Radiärrichtung einzulenken. Die eben beschriebenen Schräg- und Querschnitte sind es auch, die am frischen Durchschnitt des Vogelhirns die weiße Farbe der ventralen Wellenlinie bedingen.

In ihrem lateralen Verbreitungsbezirk werden die Hirnschenkelfasern von einem annähernd linsenförmigen Gebiet des Streifenhügels unterbrochen, das mit seinem ausgeschnittenen ventralen Rand bis auf den Kontur der ventralen Wellenlinie (vgl. Fig. 10, 13 *SMf*) hinabrückt. Die Ganglienzellen dieses linsenförmigen Feldes sind von mittlerer Größe und derselben Pyramidengestalt wie im übrigen Streifenhügel; die Körnerformation ist nur durch einige Elemente vertreten. Auffällig sind sowohl an Karmin- wie Osmiumschnitten die starken Alveolarräume, von denen die Ganglienzellen umgeben werden. Was aber dieses Feld schon makroskopisch charakterisirt, ist sein großer Markreichthum; ich werde es desshalb von nun an mit dem Namen Markfeld bezeichnen. An der Zusammensetzung seiner Markmasse betheiligen sich 1) Radiärfasern des Hirnschenkels, die von höher gelegenen Ursprungsebenen herabkommen und das Markfeld in dorsal ventraler Richtung durchsetzen. In Fig. 13 *Pedv* sind solche ein-, resp. austretende Fasern an seinem ventralen und dorsalen Rand gezeichnet. Da sich dieselben über die beiden Ränder hinaus nur kurze Strecken verfolgen lassen, wird man annehmen dürfen, dass ihr Verlauf von einem Rand zum anderen durch Schaltbahnen vermittelt wird. 2) Fasern, die im Markfeld selber entstehen und sich dem übrigen Hirnschenkel beigesellen. Ihre Anzahl ist, wie der Augenschein lehrt, eine ganz beträchtliche; die von ihnen gebildete Masse ist es, welche den Markreichthum dieser Gegend hauptsächlich bedingt.

Im Niveau der dorsalen Wellenlinie (vgl. Fig. 14 *Wld*) erfahren die Hirnschenkelfasern eine abermalige theilweise Ablenkung. Ein Theil durchsetzt ununterbrochen die dorsale Wellenlinie (vgl. p. 457) und dringt sofort in die Streifenhügelrinde ein; ein anderer Theil biegt in der Richtung der dorsalen Wellenlinie in Bogenzügen um und bildet das schon öfter genannte sagittale Mark (Fig. 13, 14 *SMs*). Die größte Entwicklung des sagittalen Markes fällt in die lateralen und mittleren Streifenhügelebenen. Eine Fortsetzung desselben in der Richtung der Ventrikelwand besteht ganz gewiss nicht, wie ich mich an Osmiumpräparaten habe überzeugen können. Am dorsalen Rand des sagittalen Markes richten sich seine Fasern wieder auf und streben der Streifenhügelrinde zu, in der sie sich mit den oben beschriebenen verlieren. — Ein dritter Theil endigt wie abgeschnitten im vorderen Segment der dorsalen Wellenlinie. Zwischen den abgeschnittenen Radiärfasern liegt eine dünne Schicht von Quer- und Schrägschnitten, deren Bestimmung es wohl ist, den dorsalen Weiterverlauf der ersteren zu vermitteln.

Die Einstrahlung des Hirnschenkels in die Streifenhügelrinde zeigt die in Fig. 11 abgebildete Frontalebene, die dem mit Osmium behandelten Gehirn eines grauen Astrilds entnommen ist. An dem etwa in der Nähe des vorderen Endes der medialen Ventrikelwand geführten Schnitt erkennt man ventrale und dorsale Wellenlinie; zwischen beiden theils sagittal, theils frontal verlaufende Hirnschenkelbündel; das mittlere Segment der dorsalen Wellenlinie trägt halb aufgerichtete dem sagittalen Mark angehörige Fasern; ein Theil der letzteren endlich erhebt sich in steiler Kurve und dringt unmittelbar bis in die oberflächlichste Schicht der Streifenhügelrinde ein.

Noch ist ein eigenthümlicher Faserzug zu erwähnen, der an Sagittalschnitten zum Vorschein kommt, die in der Nähe der medialen Großhirnoberfläche angelegt sind. An solchen Schnitten sieht man, wie ein Bündel Hirnschenkelfasern nach dem Überschreiten der dorsalen Wellenlinie in flachen Bogenzügen nach vorn umbiegt, parallel der dorsalen Großhirnoberfläche weiterzieht und schließlich im Stirnende der Streifenhügelrinde verschwindet. Über die letzte Endigungsweise und Bedeutung dieses Faserzugs weiß ich nichts anzugeben.

Zum Schluss einige Bemerkungen über das oben genannte Markfeld, das ich geneigt bin, für eine dem Linsenkern der Säuger ähnliche Bildung anzusehen. Die Gründe, die für meine Annahme sprechen, sind folgende:

1) das Markfeld der Vögel hat dieselbe keilförmige Gestalt wie der Linsenkern der Säuger. Wie dieser wendet es sich mit der Keilbasis gegen das vordere und laterale Großhirn, während die Keilspitze medialwärts gerichtet ist; 2) auch in ihren Strukturverhältnissen zeigen beide Theile eine auffällige Ähnlichkeit. Wie die von MEYNERT als Globus pallidus bezeichneten inneren Glieder des Linsenkerns zeichnet sich das Markfeld durch einen ganz besonderen Markreichthum aus. Dagegen bin ich nicht im Stande, eine Gliederung desselben nach Art des Linsenkerns, sei es eine dreitheilige, wie beim Menschen und Affen, oder eine zweitheilige, wie bei den niedrigeren Säugern nachzuweisen. Wäre nun meine Deutung des Markfeldes als Linsenkern richtig, so ergäbe sich die interessante Thatsache, dass der drei-, resp. zweigliedrige Linsenkern der Säuger bei den Vögeln zu einem einzigen Glied reducirt würde.

Mandelkern (Fig. 9, 10, 12, 13 *A*). Bei den Säugern liegt der Mandelkern in demjenigen hinteren ventralen Streifenhügelabschnitt, dessen Rinde als Lobus pyriformis an der Großhirnbasis hervorragt; bei den Vögeln ist der Mandelkern mit Beziehung auf den Streifenhügel ähnlich gelagert, unterscheidet sich aber in so fern von den Säugern, als er im Gegensatz zu diesen von einer sehr dürftigen und dazu histologisch differenten Rindenschicht überzogen ist. Mit Rücksicht auf das zuletzt erwähnte Moment ist es demnach nicht statthaft, den Mandelkern der Vögel als Theil der Hirnrinde gelten zu lassen, wie dies MEYNERT für den Mandelkern der Säuger urgirt, sondern ich bin eher geneigt, ersteren als besonderes Ganglion im Streifenhügel aufzufassen.

Auf dem Horizontalschnitt (vgl. Fig. 9 *A*) ist der Mandelkern der Vögel von annähernd keilförmiger Gestalt; mit der Basis wendet er sich lateralwärts, mit der Spitze medialwärts. An seiner lateralen Fläche trägt derselbe einen dünnen Saum von Streifenhügelrinde; an seine vordere Fläche grenzt eine schmale zellfreie Zone. Seine hintere Fläche reicht nicht wie bei den Säugern unmittelbar bis an die Lichtung des Seitenventrikels (Unterhorn), sondern wird von letzterem durch einen Fortsatz von Streifenhügelgewebe getrennt.

Von zelligen Elementen beherbergt das Gewebe des Mandelkerns einzig und allein Pyramidenzellen von 10—15 μ Breite, die gleichmäßig dicht und ohne bestimmte Anordnung neben einander liegen. Gegen die Peripherie hin nehmen dieselben mehr Spindelgestalt an und bilden mit der zellfreien Zone eine deutliche Grenzschicht in der Richtung des benachbarten Streifenhügels.

Über das Mark orientirt man sich am besten an der Hand von Sagittalschnitten. In den lateralen Ebenen des Mandelkerns tritt ein rundliches Feld von Querschnitten feiner Nervenfasern auf, das annähernd seine dorsale Hälfte ausfüllt (vgl. Fig. 13 *A* [*Ca* + *Pedd*]). An seinem hinteren dorsalen Umfang sieht man ferner eine Anzahl Bogenfasern einmünden, die sich noch eine Strecke weit bis an den hinteren Streifenhügelrand verfolgen lassen (Fig. 13 *ABf*). Über ihren weiteren Verlauf innerhalb des Streifenhügels und ihre Beziehung zu dem erwähnten Feld von Querschnitten habe ich nichts in Erfahrung bringen können. In Fig. 14 drängen sich letztere auf ein schmales sichelförmiges Terrain zusammen (*Ca* + *Pedd*); ein Zuzug von Bogenfasern aus dem Streifenhügel findet hier nicht mehr statt. Bei Lupenvergrößerung hebt sich an Karminpräparaten die vordere Krümmung der Sichel als rother dichter Kern gegenüber der hinteren mit mehr lockerem Gefüge scharf ab. Mehr medialwärts verkürzt sich das sichelförmige Feld und nimmt Keilgestalt an (Fig. 15 *Ca* + *Pedd*). Die ventral gerichtete Keilbasis hat an Karminpräparaten eine rothe, die dorsal gerichtete Keilspitze eine gelbe Farbe. Der Farbenunterschied ist, wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt, durch die verschiedene Dicke der Markscheiden bedingt: die Nervenfasern mit feineren Markscheiden erscheinen röthlich, diejenigen mit dickeren gelblich; erstere bilden zusammen das ventrale, letztere das dorsale Lager. Eine weitere Untersuchung lehrt ferner, dass die beiden Kaliber von Nervenfasern in den mehr lateralen Schnittebenen des Mandelkernes zerstreut unter einander liegen; es ist dies auch der Grund, warum die genannten Farbenunterschiede nicht schon früher zur gesonderten Wahrnehmung kommen. In der Nähe der medialen Großhirnfläche geht das keilförmige Feld in ein ovaläres über; das ventrale Segment des Ovals enthält die rothen, das dorsale die gelben Nervenfasern. Schließlich trennt sich das ventrale vom dorsalen Segment (vgl. Fig. 16 *Ca* + *Pedd*). Ersteres rundet sich zu einem schmalen Oval ab und tritt als solches über die Mittellinie, um auf einer der bisher beschriebenen identischen Bahn in den Mandelkern der anderen Seite zu gelangen. Die Fasern des dorsalen Segments biegen aus der frontalen in die sagittale Richtung um, und schließen sich der Hirnschenkelhaube an, als deren dorsalstes Bündel sie durch das Zwischen- und Mittelhirn abwärts ziehen (p. 461).

Über die Bedeutung des eben genannten Bündels werde ich später sprechen. Das andere Bündel, auf dessen kommissurähnlichen Verlauf man bereits nach der Beschreibung hat schließen können, entspricht der vorderen Kommissur.

Vordere Kommissur. Bei den Vögeln liegt dieselbe mit dem Mittelstück ganz wie bei den Säugern an der Grenze zwischen Vorder- und Zwischenhirn, während ihre seitlichen Fortsätze in den beiden Mandelkernen büschelförmig zerfahren (Fig. 9, 12 *Ca*). Es bedarf wohl keines weiteren Nachweises, dass die genannten seitlichen Fortsätze den Hinterhörnern der vorderen Kommissur der Säuger entsprechen. Nur bleibt wegen der überaus dürftigen Entwicklung der Rinde des hinteren Basalhöckers der Mandelkern als einziges nennenswerthes Vertheilungsgebiet der vorderen Kommissur übrig. Gerade diese ausschließliche Beziehung der vorderen Kommissur der Vögel zum Mandelkern beweist die Richtigkeit der jüngsten Angaben von Ganser[1], nach denen dem Mandelkern der Säuger die bis jetzt unbekannt gewesene Eigenschaft eines mit Fasern der vorderen Kommissur versehenen Hirntheils zukommt. Auffälligerweise ist es mir bis jetzt noch nicht gelungen, eine Andeutung von Vorderhörnern nachzuweisen. Selbst die Untersuchung des Gehirns der Schwimmvögel mit relativ besser entwickelten Riechhöckern hat mich im Stich gelassen. Obwohl ich nun wegen dieses negativen Befundes die Existenz von Vorderhörnern beim Vogel ein für allemal noch nicht in Abrede stellen möchte, halte ich es doch für sicher, dass dieselben, wenn überhaupt vorhanden, nur sehr schwach entwickelt sein können. Diese Annahme steht auch in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der vergleichend-anatomischen Forschung. Beim Menschen und den Primaten sind wegen der geringen Ausbildung des Bulbus und Lobus olfactorius die Vorderhörner mangelhaft. Noch tiefer stehen in dieser Beziehung die Cetaceen, bei denen dieselben gleich Null sein müssen, da ihnen die Bulbi olfactorii vollständig fehlen. Bei den übrigen Säugern sind die Vorderhörner in zunehmender Entwicklung begriffen. In einer ganz bevorzugten Stellung befinden sich die Insectivoren, bei denen dieselben ungefähr das Doppelte der Hinterhörner ausmachen.

Dorsale Hirnschenkelabtheilung. Ich komme jetzt auf das zweite Ursprungsbündel im Mandelkern zurück. Dasselbe ist gleichfalls schon im makroskopischen Theil und zwar als dorsale Hirnschenkelabtheilung aufgeführt (p. 442). Sein erster Verlauf durch Zwischen- und Mittelhirn ist in Fig. 16 *Pedd* ersichtlich. An seinem vorderen Ende liegt der Querschnitt der Commissura anterior. Die ventral gelegene Fasermasse gehört der Hirnschenkelhaube an, dessen dorsalste Lage das Bündel selbst ausmacht. An seinem hinteren Rand sieht man eine Abtheilung vom ventralen Hirnschenkel sich büschelförmig im Zwischenhirn auflösen (*Pedv*). Dorsal und in einiger Entfernung davon liegt die Commissura posterior (*Cp*).

Den Verlauf der dorsalen Hirnschenkelabtheilung durch das Mittel- zum Nachhirn werde ich an einem anderen Ort beschreiben.

---

[1] l. c. p. 654.

Dass A. Meckel dieselbe (mittleres Hirnschenkelbündel bei Meckel) in ihrem äußeren Verhalten kannte, ist schon früher erwähnt worden (p. 442); über ihren Urspung im Großhirn finde ich bei dem genannten Autor keine bestimmte Angabe.

Stieda scheint das Bündel überhaupt nicht zu kennen. Auf dem Frontalschnitt in Fig. 35 seiner Abbildungen, dessen Schnittfläche mit meiner Fig. 12 zusammenfällt, entspricht das halbmondförmige Bündel *b* der ventralen Hirnschenkelabtheilung; die dorsale Hirnschenkelabtheilung, die ventral von der Comm. anter. zu liegen käme, ist nicht eingezeichnet. Ebenso vermisse ich dieselbe in Fig. 26 (Querschnitt durch die Pars peduncularis und die beiden Lobi optici vom Huhn), wo ihr in dieser Gegend annähernd scheibenförmiger Kontur in dem leeren Feld zwischen hinterem Längsbündel und dem mittleren der ventrallateral gelegenen Kerne zu ergänzen wäre.

Nach Feststellung der wichtigen Thatsache, dass der Ursprung einer Haubenabtheilung[1] im Großhirn selber gelegen ist, lag mir daran, nach einem Homologon im Säugerhirn zu fahnden. Ich habe vorläufig nur das Kaninchen darauf untersucht, glaube aber schon jetzt zu einem mittheilenswerthen Resultat gekommen zu sein. Auf sagittalen Hirnschnitten dieses Nagers, die in der Nähe der Medialebene angelegt sind, findet man am hinteren ventralen Rand der vorderen Kommissur einen kleinen Querschnitt von Nervenfasern, die, während sie in sagittaler Richtung nach rückwärts umbiegen, in das dorsale Haubenlager übergehen, ganz ähnlich wie dies bei der dorsalen Hirnschenkelabtheilung im Vogelhirn stattfindet. Auch in ihrem Faserkaliber verhalten sich vordere Kommissur und das angrenzende Markbündel beim Kaninchen ähnlich wie beim Vogel. Dagegen bin ich mit der mir zu Gebote stehenden Schnittreihe nicht im Stande gewesen, das fragliche Bündel bis zu seinem Großhirnursprung zu verfolgen. Am ersten vermuthe ich ein günstiges Resultat, wenn man bei der Nachuntersuchung fortfährt, sich an das Gehirn niedriger Säuger zu halten: bei den höheren Säugern, deren Hirnschenkelhaube im Gegensatz zum Hirnschenkelfuß in zunehmender Rückbildung begriffen ist, lässt sich nämlich a priori erwarten, dass das gesuchte Bündel entweder gar nicht mehr oder nur sehr reducirt vorhanden ist.

A. Meckel's Balkenrudiment. In der Ebene seines größten Verlaufs, die mit einem durch die Lamina terminalis, also durch die Verbindung von Vorder- und Zwischenhirn, gelegten Frontalschnitt (vgl.

---

[1] Nach Meynert (l. c. p. 700 u. 730), der bei den Säugern kein Großhirncentrum für die Hirnschenkelhaube gelten lässt, entspringt letztere einzig und allein im Sehund Vierhügel.

Fig. 12 *CVw*) zusammenfällt, zeigt das Bündel die Gestalt einer zierlich gestreckten Leier, deren Bogenstück über dem hinteren dorsalen Rand der vorderen Kommissur zu liegen kommt, während die seitlichen Fortsätze in ventral-dorsaler Richtung innerhalb der Ventrikelwand aufsteigen und sich in ihrem Bereich verlieren; über die Ventrikelwand hinaus habe ich dieselben an keinem meiner Präparate verfolgen können. Nach dem Gesagten wird man in Zukunft gut thun, Meckel's Balkenrudiment nur mehr als Kommissur der Ventrikelwand gelten zu lassen; um Missverständnis vorzubeugen, dürfte es sich überhaupt empfehlen, Meckel's Bezeichnung durch »Kommissur der Ventrikelwand« zu ersetzen. Denn ich wiederhole es, die Rinde der dorsalen Großhirnfläche der Vögel erhält von der genannten Kommissur keinerlei Fasern mehr, wie dies bei den Säugern in charakteristischer Weise durch den Balken geschieht.

Eine ganz homologe Kommissur haben die Reptilien. Bei der Eidechse (Lacerta agilis) ist ihre Lage in der Lamina terminalis, dorsal von der Comm. anter., genau dieselbe wie beim Vogel. Zu meiner Verwunderung erfahre ich sogar, dass Stieda[1] dieselbe Kommissur, deren Existenz er beim Vogel bezweifelt, zuerst bei der Schildkröte gesehen hat. Verstehe ich übrigens seine Zeichnung und Beschreibung recht, so hat der genannte Autor nur das ventrale, bei der Schildkröte wahrscheinlich mehr horizontal gelegene Kommissurenstück erkannt, während ihm die frontal gestellten seitlichen Fortsätze entgangen sind. In derselben Frontalebene, wie ich es bei der Eidechse gesehen habe, zeichnet Rabl Rückhard die Kommissur vom Alligator.

Basales Markbündel[2]. Ein Theil seiner Verlaufsrichtung ist im Sagittalschnitt Fig. 17 *BMb* gezeichnet. Das vordere längere, über und parallel der Großhirnbasis gelegene, Segment entspricht bei der äußeren Ansicht des basalen Markbündels seinem hinteren dem Basalhöcker angehörigen Ende; das hintere kürzere, im lateral dorsalen Streifenhügel bogenförmig aufsteigende Segment ist bei der Flächenbetrachtung unsichtbar und erweist sich als Fortsetzung des basalen Markbündels aus dem hinteren Basalhöcker in das Innere des Streifenhügels. Das basale Markbündel entspringt demnach mit seinem hinteren Ende jenseit des hinteren Basalhöckers und nicht in diesem selbst, wie es nach der bisherigen Auffassung der Autoren scheinen mochte.

---

[1] l. c. III. p. 66. Taf. XVI, Fig. 20 *m*.

[2] Die obige Beschreibung des basalen Markbündels bezieht sich auf Osmiumschnitte vom Tigerfinken. Für die Flächenbetrachtung benutze man die Ventralansicht des Amselgehirns in Fig. 7, dessen basales Markbündel der Hauptsache nach (p. 438) mit dem des Tigerfinken übereinstimmt.

In seinem vorderen Segment misst es beim Tigerfinken 0,50 mm in der Höhe und 0,35 mm in der Breite. Seine Nervenfasern sind eben da bis 1 μ stark und mit deutlichen stellenweise varicösen Markscheiden versehen. Im hinteren Segment verlieren sie ihre Markscheiden[1] und treten als unmessbar feine Achsencylinder zu Bündeln von 10—12 μ Durchmesser zusammen. In der Nachbarschaft dieser besteht das Streifenhügelgewebe fast ausschließlich aus bis 25 μ breiten Pyramidenzellen (p. 455). Möglich, dass ein Theil der genannten Faserbündel in dieser Zellregion sein Ende findet; der größere Theil aber steigt, mit Umgehung des dorsalen Randes vom Mandelkern, in **S**-förmiger Krümmung aufwärts bis in die Ebene des sagittalen Markes (Fig. 13 *BMb*), an dessen hinterem Rand ein Austausch zwischen beiden Fasermassen stattzufinden scheint.

Der Verlauf des basalen Markbündels in der Richtung des vorderen Basalrandes ist folgender (diese Verlaufsphase ist nicht gezeichnet). Am lateralen Rand der keilförmigen Streifenhügelabtheilung tritt es mit der ventralen Wellenlinie, d. i. der dort ausgebreiteten Markschicht vom Hirnschenkel in Berührung, ohne aber, wie ich glaube, Fasern an diese abzugeben. Die Verjüngung seines Querschnitts geschieht weiter nach vorn an der Stelle, wo das büschelförmige Ende ansetzt. Die Fasern des letzteren lassen sich noch bis in die Rinde des vorderen Basalrandes verfolgen; über ihr letztes Ende weiß ich nichts anzugeben. Dessgleichen bin ich an Präparaten von Singvögeln über ihre Beziehung zum Riechhöcker nicht ins Klare gekommen. Bessere Resultate liefern Osmiumschnitte von der Gans. An der Hand von solchen gelingt es unschwer, den Fasern des basalen Markbündels bis in die ventrale Schicht des Halstheiles vom Riechhöcker nachzugehen; obwohl ich nicht so glücklich war, einen direkten Zusammenhang zwischen denselben und den Fasern der vierten Schicht des Tuberculum olfactorium (p. 450) nachzuweisen, zweifle ich doch nicht, dass ein solcher besteht, um so mehr, als beide Faserarten im Kaliber übereinstimmen.

Nach dem Gesagten halte ich es für wahrscheinlich:

1) Dass das basale Markbündel eine Verbindung der vorderen ventralen Streifenhügelrinde mit dem sagittalen Mark, d. h. durch dessen Vermittlung mit dem Hirnschenkel selber, vielleicht auch eine solche mit dem oben beschriebenen großzelligen Kern im Streifenhügel herstellt.

---

[1] Am meisten erinnert mich dieses Verhalten des basalen Markbündels an das MEYNERT'sche Bündel bei den Säugern, dessen Nervenfasern bei ihrem Eintritt in das Ganglion interpedunculare gleichfalls ihre Markscheiden ablegen und als nackte Achsencylinder zusammentreten.

Nach dieser Auffassung, deren Richtigkeit auf rein anatomischem Weg allerdings nicht zu erhärten ist, käme dem basalen Markbündel die Bedeutung eines aus Associations- und Projektionsfasern gemischten Systems zu.

2) Dass ein kleinerer Theil seiner Fasern das Tuberculum olfactorium mit in diese Verbindung aufnimmt[1].

Litteraturverzeichnis.

Th. L. W. v. Bischoff, Das Hirngewicht des Menschen. Bonn 1880.

C. G. Carus, Versuch einer Darstellung des Nervensystems und insbesondere des Gehirns nach ihrer Bedeutung, Entwicklung und Vollendung im thierischen Organismus. Mit 6 Kupfertafeln. Leipzig 1814.

G. Cuvier, Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen vermehrt von J. F. Meckel. Bd. II. Leipzig 1809.

S. Ganser, Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Separatabdruck aus dem Morpholog. Jahrb. Bd. VII.

C. Gegenbaur, Grundriss der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1878.

B. v. Gudden, I. Experimentaluntersuchungen über das peripherische und centrale Nervensystem. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. II.

—— II. Beitrag zur Kenntnis des Corpus mammillare und der sogenannten Schenkel des Fornix. Arch. f. Psych. u. Nervenkrh. Bd. XI.

A. Haller, Operum anatomici argumenti minorum. Tom. III. Lausanne 1768.

A. v. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. Leipzig 1867.

Leuret et Gratiolet, Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence. 2 vol. et atlas. Paris 1839—1857. Tome premier par Leuret.

V. Malacarne, Esposizione anatomica delle parti relative all' encefalo degli uccelli. in den Memorie di matematica e fisica della Società Italiana. Verona. Tomo III.

A. Meckel, Anatomie des Gehirns der Vögel. Deutsches Arch. f. Physiologie. Bd. II. Halle und Berlin 1816.

Th. Meynert, Vom Gehirn der Säugethiere. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1868—72.

Rabl Rückhard, Das Centralnervensystem des Alligators. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 336.

G. Schwalbe, Neurologie. in: Hoffmann's Anatomie. 2. Aufl.

---

[1] Über den anatomisch und funktionell von dem basalen Markbündel wesentlich verschiedenen Tractus olfactorius der Säuger vgl. v. Gudden, l. c. I. p. 704, ferner Ganser, l. c. p. 648.

E. R. A. **Serres**, Anatomie comparée du cerveau dans les quatre classes des animaux vertébrés, appliquée à la physiologie et à la pathologie du système nerveux. 2 vol. et atlas. Paris 1824.

L. **Stieda**, I. Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugethiere. Separatabdruck aus dieser Zeitschr. Bd. XIX.

—— II. Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Separatabdruck aus dieser Zeitschr. Bd. XX.

—— III. Über den Bau des centralen Nervensystems der Amphibien und Reptilien. Separatabdruck aus dieser Zeitschr. Bd. XXV.

M. **Thuet**, Disquisitiones anatomicae psittacorum. Diss. inaugural. Turici 1838.

Fr. **Tiedemann**, Anatomie u. Naturgeschichte der Vögel. 2 Bände. Heidelberg 1810.

G. R. **Treviranus**, Untersuchungen über den Bau und die Funktionen des Gehirns, der Nerven und der Sinneswerkzeuge in den verschiedenen Klassen und Familien des Thierreichs. Bremen 1820.

Th. **Willis**, Cerebri anatome. Amstelodami, apud Casparum Commelinum. 1667.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIV und XXV.

Fig. 1. Ventralansicht des Gehirns einer Ente (Anas domestica). Vergr. 1/I.

Fig. 2. Dorsalansicht desselben Objekts. Vergr. 1/I.

Fig. 3. Medialansicht desselben Objekts. Vergr. 1/I.

Fig. 4. Ventralansicht des Gehirns eines Bussards (Buteo vulgaris). Vergr. 1/I.

Fig. 5. Dorsalansicht desselben Objekts. Es ist nur der bei der Betrachtung von oben sichtbare hintere Theil der dorsalen Großhirnoberfläche gezeichnet. Vergr. 1/I.

Fig. 6. Medialansicht desselben Objekts. Vergr. 1/I.

Fig. 7. Ventralansicht des Gehirns einer Amsel (Turdus merula). Vergr. 1/I.

Fig. 8. Ventralansicht des Gehirns eines Wellensittichs (Psittacus undulatus). Vergr. 1/I.

Fig. 9. Horizontalschnitt durch Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn einer Taube (Columba domestica). Die hintere Ventrikelwand fehlt. Vergr. $1^1/_2$/I.

Fig. 10. Frontalschnitt durch Vorder- und Zwischenhirn einer Wildente (Anas boschas). Vergr. $1^1/_2$/I.

Fig. 11. Frontalschnitt durch das Vorderhirn eines grauen Astrilds (Aegintha cinerea). Vergr. $2^1/_2$/I.

Fig. 12. Frontalschnitt durch Vorder- und Zwischenhirn einer Eule (Strix otus). Vergr. $1^1/_2$/I.

Fig. 13—16. Sagittalschnitte durch Vorder-, resp. Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn eines Buntspechts (Picus medius). In Fig. 13, 15, 16 ist die hintere Ventrikelwand nur in ihrem dorsalen Bruchstück erhalten. Vergr. $2^1/_2$/I.

Fig. 17. Sagittalschnitt durch das Vorderhirn eines Tigerfinken (Aegintha amandava). Das Frontalende ist nach links, das Occipitalende nach rechts gewendet. Vergr. $1^1/_2$/I.

Erklärung der bei den Abbildungen gebrauchten abgekürzten Bezeichnungen.

I, Vorderhirn; *II*, Zwischenhirn; *III*, Mittelhirn; *IV*, Hinterhirn; *V*, Nachhirn.

A, Amygdala (Mandelkern), vgl. p. 459;
ABf, Bogenfasern am hinteren dorsalen Rand des Mandelkerns, vgl. p. 460,
BH, hinterer Basalhöcker, vgl. p. 435;
BHF, Furche am vorderen Umfang des hinteren Basalhöckers, vgl. p. 435,
BK, keilförmige mediale Abtheilung der Großhirnbasis, vgl. p. 435;
BMb, basales Markbündel, vgl. p. 437, 463;
Ca, Commissura anterior, vgl. p. 441, 460;
Ci, Commissura inferior;
Cp, Commissura posterior, vgl. p. 461;
CVw, Kommissur der Ventrikelwand, vgl. p. 441, 462;
Pedd, dorsale Hirnschenkelabtheilung, vgl. p. 442, 461;
Pedv, ventrale Hirnschenkelabtheilung, vgl. p. 442, 456;
Prm, Processus mammillaris (Tuberculum olfactorium, Stieda), vgl. p. 435, 450;
OCh, Chiasma nervorum opticorum;
OT, Tractus opticus;
S', Grenzlinie im Streifenhügel, vgl. 455;
SMf, Markfeld im Streifenhügel, vgl. p. 457, 458;
SMs, sagittales Mark im Streifenhügel, vgl. p. 458;
SR, Streifenhügelrinde, vgl. p. 448;
SR', Grenzlinie in der Streifenhügelrinde, vgl. 449:
Sch, strahlige Scheidewand, vgl. 442, 451;
SchMb, Markbündel der strahligen Scheidewand, vgl. p. 443, 451;
SpB, Spiralband, vgl. p. 441;
SpK, Spiralkante, vgl. p. 441;
SpW, Spiralwulst, vgl. p. 441;
V, Großhirnkammer, vgl. p. 444;
Vwh, hintere Ventrikelwand, vgl. p. 445, 448;
  a, äußere Faserschicht, vgl. p. 452;
  b, intraganglionäre Faserschicht, vgl. p. 448, 452;
  c, Ganglienzellenschicht, vgl. p. 448;
Vwm, mediale Ventrikelwand, vgl. p. 445, 446;
W, Wulst an der dorsalen Großhirnoberfläche, vgl. p. 439;
WF, den Wulst umgebende Furche, vgl. p. 439;
WFm, deren vorderes, an der medialen Großhirnoberfläche gelegenes Ende, vgl. p. 443;
Wld, dorsale Wellenlinie, vgl. p. 455, 456;
Wlv, ventrale Wellenlinie, vgl. p. 455, 456.

Zur Kenntnis der Gattung Girardinus.

Von

Dr. **Hermann von Ihering.**

Mit Tafel XXVI.

Die Süßwasserfische der Provinz Rio Grande do Sul, welche durch R. Hensel [1] großentheils bekannt geworden sind, wiewohl auch manche, selbst der größten Arten, ihm entgingen, bieten in Bezug auf ihre biologischen Verhältnisse vielfach interessante Verhältnisse dar. Es sei hier nur an die merkwürdige Brutpflege des Geophagus brasiliensis erinnert, welcher, sobald er Gefahr für seine Jungen wittert, dieselben in sein Maul aufnimmt, um so mit ihnen das Weite zu suchen, oder an die Entwicklung des Bagre (Arius Commersonii), dessen Eier in der Mundhöhle des Männchens ihre Entwicklung durchlaufen.

Indem ich eine übersichtliche Darstellung meiner Beobachtungen über die Süßwasserfisch-Fauna von Rio Grande do Sul mir für spätere Zeit vorbehalte, möchte ich durch diese Zeilen die Aufmerksamkeit auf einen kleinen Fisch lenken, welcher in mehrfacher Hinsicht ein besonderes Interesse verdient. Es ist dies der Girardinus caudimaculatus Hens., ein sehr kleiner, im seichten Wasser, in Gräben, Pfützen etc. lebender Fisch, von dem die größten Exemplare alter Weibchen nur wenig über 40—45 mm lang werden, resp. 32—37 mm bis zur Schwanzflosse, indess das größte von mir beobachtete Männchen 34, beziehungsweise 26 mm in der Länge maß. Dieser Fisch fesselte mein Interesse zuerst durch den Hensel entgangenen Umstand, dass er lebendig gebärend ist, und weiterhin durch den eigenthümlichen Begattungsapparat des Männchens. So weit ich darüber urtheilen kann, liegen über den Bau und die Entwicklung der Kopulationsorgane der Knochenfische wenig Beobachtungen vor und so schien mir eine nähere Untersuchung dieses kleinen Fisches wohl wünschenswerth und diese gewann durch die eigenthümlichen dabei klar gelegten Verhältnisse des Genitalapparates ein erhöhtes Interesse.

---

[1] R. Hensel, Beiträge zur Kenntnis der Wirbelthiere Südbrasiliens. Archiv für Naturgesch. Jahrg. XXXIV. Bd. I. p. 323 ff. und Jahrg. XXXVI. Bd. I. p. 50 ff.

Die Gattung Girardinus Poey gehört zu den limnophagen Cyprinodonten und steht der Gattung Poecilia sehr nahe. Es wird vielleicht erst nach eingehender vergleichender Prüfung einer größeren Anzahl von Arten möglich sein das Verhältnis beider Gattungen richtig zu präcisiren. Man wollte früher den Unterschied darin finden, dass bei Poecilia hinter den größeren vorderen Zähnen noch ein breites Band kleiner Hechelzähne folgt, indess bei Girardinus die Kieferzähne einreihig stehen. Hensel machte dagegen bereits geltend, dass bei den von ihm untersuchten beiden Arten von Girardinus hinter der vorderen Reihe von Zähnen noch eine kleinere früher wohl übersehene folge. Ich kann diese Angabe für die von Hensel und mir untersuchte Art bestätigen und erweitern. Es folgen nämlich hinter der vorderen Hauptreihe eigentlich noch zwei andere, von denen die hintere inkomplet ist. Am leichtesten kann man sich davon am Unterkiefer überzeugen. Wenn man ihn auslöst und untersucht, bemerkt man zuerst die vordere Reihe der größeren Zähne. Dahinter folgt die erste accessorische, die in einem der ersten parallelen Bogen angeordnet 14 Zähnchen enthält und hinter diesen findet sich noch eine inkomplete aus nur vier Zähnen bestehende dritte Reihe. Die vorderen größeren Zähne sind bräunlich, die hinteren blassgelblich, und zwar in beiden Kiefern. Im Zwischenkiefer stehen vorn jederseits zehn Zähne. Die inkomplete dritte Reihe ist oben wie unten vorhanden. Es bleibt mithin weiteren über eine größere Zahl von Arten sich erstreckenden Untersuchungen vorbehalten, die Unterschiede in der Bezahnung festzustellen.

Die allgemeinen Verhältnisse des Girardinus caudimaculatus hat Hensel richtig geschildert. Die Mundöffnung ist klein, vorstreckbar, und namentlich der Unterkiefer ragt weit vor. Brust- und Bauchflossen sind klein, wenig in die Augen fallend, erstere hat zehn, letztere fünf Flossenstrahlen. Die Rückenflosse hat sieben Strahlen. An der Seite des Schwanzes befindet sich auf der 11. bis 13. Schuppe der Seitenlinie von hinten aus gezählt, so wie auf den darüber und darunter stehenden Schuppen, ein senkrechter von oben nach unten gerichteter spindelförmiger schwarzer Fleck. Weiter nach vorn wie nach hinten erkennt man häufig, und besonders deutlich bei den Männchen, noch andere zu diesem parallel stehende blassere Flecken, deren Zahl und Deutlichkeit indessen sehr variabel ist, so dass sie für die Charakterisirung der Species nicht von Bedeutung sind.

Beide Geschlechter unterscheiden sich sowohl in der Größe wie bezüglich der Proportionen und der Ausbildung der Analflosse, indem letztere durch die Entwicklung eines terminalen Zangenapparates und anderer Modifikationen beim Männchen zu einem Kopulationsorgan umgebildet ist. Auch die Lage der Dorsal- und Analflosse, so wie die Lage des Afters, resp. die damit zusammenhängende Länge der Leibeshöhle, bietet erhebliche Differenzen dar. Dieselben bestehen vor Allem darin, dass beim Männchen die Analflosse weiter nach vorn gerückt ist, resp. dass im Laufe des Wachsthums die Distanz zwischen Mund und After beim Männchen weniger zunimmt als der hinter demselben folgende Abschnitt, oder als dieselbe Partie beim Weibchen. Ich habe darüber einige Messungen angestellt, welche das Verhältnis am besten erläutern. In der ersten Rubrik der folgenden kleinen Tabelle ist die Gesammtlänge angegeben, welche durchschnittlich um $^1/_4$ größer ist als die von Hensel gemessene Länge bis zur Basis der Schwanzflosse, in der zweiten folgt der Abstand des vorderen Körperendes vom After, in der dritten der Antheil des vor dem After gelegenen Abschnittes in Procenten der Gesammtlänge.

Geschlecht	Gesammtlänge	Afterabstand	Procentverhältnis
Männchen	20 mm	7,5 mm	37,5
»	22 »	7,5 »	34,0
»	24 »	7,0 »	29,1
»	31 »	9,5 »	30,7
Weibchen	23 mm	9,0 mm	39,0
»	23 »	9,5 »	41,3
»	27 »	10,0 »	37,0
»	31 »	13,5 »	43,5
»	41 »	19,0 »	46,3

Es liegt mithin beim erwachsenen Männchen die Afteröffnung im ersten Drittel des Körpers, beim erwachsenen Weibchen aber nur wenig vor der Mitte des Körpers. Daher steht denn auch die Rückenflosse beim Weibchen über, beim Männchen hinter der Basis der Analflosse. Das Weibchen hat somit eine weit größere Leibeshöhle, ein Umstand, der wohl verständlich ist, wenn man sich erinnert, dass das Weibchen lebendige Junge, circa 1—2 Dutzend von einer Begattung, zur Welt bringt. Die Geschlechtsöffnung liegt in beiden Geschlechtern unmittelbar vor der Analflosse, circa 1 mm oder auch wohl etwas weiter von der Afteröffnung entfernt. Beim Weibchen, zumal beim ausgewachsenen, ist die Genitalöffnung etwas papillenartig erhoben und lebhaft gelb gefärbt, wodurch sie gleich ins Auge fällt. Die männliche Genitalöffnung ist kleiner, ungefärbt und schwerer zu finden.

Die Schuppen sind cycloid. Sie stehen in der Seitenlinie in ungefähr 27 Reihen. Von oben nach unten gezählt sind es in der Höhe der Dorsalflosse sieben Reihen, von denen die mittelste oder vierte die Seitenlinie enthält. Die Ränder der Hauttaschen, welche die Schuppen enthalten, sind dunkel durch gehäufte Punkte pigmentirt, wodurch die bekannte netzförmige Zeichnung entsteht, welche dem mit Schuppen besetzten Körpertheile der Girardinus eigen ist.

Über die Kiemen, welche alle vier normal ausgebildet sind und der Pseudobranchien entbehren, ist nichts Besonderes zu bemerken. Die hinterste Blättchenreihe der vierten Kieme ist kürzer als die zugehörige vordere.

Der kurze Schlund setzt sich deutlich gegen den Magen ab und nimmt vorher den feinen Ausmündungsgang der Schwimmblase auf (Fig. 1 *D*). Der Magen ist durch eine sehr auffällige Zickzackzeichnung ausgezeichnet, welche von den geschlängelten parallel laufenden Leisten oder Falten der Schleimhaut herrührt. Gleich oben, noch nahe der Mündung des Ösophagus nimmt der Magen den starken Gallengang (Fig. 1 *G*) auf. Die Leber ist durch eine größere Anzahl von Furchen und Einschnitten in Lappen zerlegt, die aber nicht gestielt oder tief geschieden sind, so dass eine Sonderung in eine bestimmte Zahl von Lappen nicht deutlich hervortritt. Sehr stark entwickelt ist die durch ihren Inhalt grau gefärbte durchsichtige Gallenblase. Dieselbe mündet durch einen ziemlich kurzen Ausführgang, welcher mehrere rasch sich verästelnde Gallengänge aufnimmt, in den Magen, welcher keine Pförtner-Anhänge besitzt. An der Leber nahe am Magen liegt die Milz, ein hier relativ großes lebhaft roth gefärbtes Organ, welches etwas flach und nierenförmig gebildet ist. Der Darm, welcher sich nicht scharf gegen den Magen absetzt, beschreibt zuerst eine nach hinten gekehrte Kurve, läuft dann nach vorn und windet sich dann nach einer nochmaligen Biegung zwei- bis dreimal mehr oder minder deutlich spiralig auf. Der hierdurch gebildete Knäuel, dessen Windungen bei großen Exemplaren, resp. mit dem Alter zuzunehmen scheinen, liegt in der rechten Körperhälfte. Der von da nach rückwärts gehende Enddarm läuft an der vorderen oder ventralen Fläche der Geschlechtsdrüse hin gegen den After, welcher durch Falten sternförmig gezackt erscheint. Die Länge des Darmes ist im Verhältnis zur Körperlänge bei alten Exemplaren beträchtlicher. Weibchen von 42 oder 43 mm Länge haben eine Darmlänge von 130 mm, so dass der Darm dreimal so lang ist als der Körper. Am Darm entlang zieht sich ein schmales Band von lockerem viele Fettkugeln führendem

Gewebe, welches wahrscheinlich ein Rest, resp. Umbildungsprodukt des Fettblasen führenden Dotters der Embryonen und jungen Thiere ist. Im Übrigen liegt der Darm frei ohne Befestigung durch Mesenterium.

Die Bauchhöhle ist von einem Peritonealsacke erfüllt, in dessen Innerem Darmtractus und Geschlechtsdrüse gelegen sind. Die letztere ist durch eine breite Umschlagsfalte auf ihrer dorsalen oder hinteren Fläche in der Medianlinie befestigt. Die Innenfläche des Bauchfells ist schwarz pigmentirt, die äußere der Leibeswand zugekehrte Fläche ist weiß. Zieht man die dorsale Wandung des Peritoneum ab, so werden Schwimmblase und Nieren freigelegt. Im Inneren des Peritonealsackes, bald mehr frei an beliebiger Stelle, bald in der Umgebung des Magens und der Leber, habe ich sehr oft eingekapselte Parasiten gefunden, die sich nach genauerer Untersuchung als encystirte junge Trematoden erwiesen. Merkwürdig ist die dicke äußere Cyste, welche Anfangs dünn und hell, allmählich immer dicker und mehr gelblich gefärbt wird. Im Inneren der dicken Hülle liegt eine ovale Kapsel, deren 0,005 mm dicke Wandung einen wenig ausgezeichneten Parasiten einschließt, der nicht leicht zu untersuchen ist. Gut gefärbte Präparate ließen einen am vorderen Ende gelegenen Saugnapf erkennen, so wie etwas vor der Mitte des Körpers noch einen zweiten eben so großen. Die Theile hinter dem zweiten Saugnapf bestehen aus einem dichteren in Form eines länglichen und in drei Abschnitte gesonderten Körpers angeordneten Gewebe, während die übrige Leibesmasse aus einem großzelligen oder blasigen nur von feinen Strängen durchzogenen Gewebe besteht. Es handelt sich offenbar um encystirte junge Trematoden, für welche die zugehörigen Ammen wohl in den an gleicher Stelle lebenden Limnaeen zu suchen sein werden. Da ich den Girardinus als Mageninhalt bei Tetragonopterus-Arten antraf, findet möglicherweise in diesem die Weiterentwicklung statt, da sie am gleichen Orte leben.

Die Schwimmblase besteht aus zwei Abschnitten, einem dünnhäutigen sehr großen Sacke, welcher oberhalb des Peritonealsackes gelegen, den ganzen hinteren Abschnitt der Leibeshöhle erfüllt, und dessen hinteres, zuweilen in zwei Zipfel gespaltenes Ende[1] nach hinten vor der Afteröffnung gelegen ist. Nach vorn hin setzt sich an diesen durch Luft prall ausgespannten Sack ein mehr dickwandiges birnförmiges Stück an, das durch seine röthliche Färbung leicht in die Augen fällt und dessen verdicktes Ende in dem Luftsacke befestigt ist, indess das andere Ende in eine feine Röhre übergeht, welche von dem dunklen Pigmente des Peritoneum umgeben nur schwierig zu verfolgen ist und nahe der Cardia in die Speiseröhre einmündet (Fig. 1 *L*). Es gelang nicht, Luft aus dem Luftsacke in die andere Abtheilung zu drängen.

---

[1] Es beruht offenbar auf einer Weiterbildung dieses Verhältnisses, wenn nach HUMBOLDT bei Poecilia Bogotensis die Schwimmblase doppelt ist. cf. SCHOMBURGK, Fishes of Guiana. Part. II. 1843. p. 204.

Ein etwas ungewöhnliches Verhalten bietet der uropoetische Apparat dar durch die geringe Länge der weit oben am Kopf gelegenen Nieren und die bedeutende Länge der Ureteren (cf. Fig. 2). Die Niere liegt als ein zungenförmiger 5—6 mm langer Körper hinter dem Schädel der Wirbelsäule an. Nach hinten wird sie schmäler und der Harnleiter empfängt eine Anzahl von einreihig angeordneten kleinen Seitengefäßen. Die Harnröhrchen sind relativ sehr breit und grob. Man kann ihren Verlauf leicht verfolgen, da die Niere nicht dick und bei leichtem Drucke wohl durchsichtig ist. Beide Nieren liegen nicht einander an, sondern sind völlig getrennt, eben so die Harnleiter. Erst in der Gegend des Afters vereinen sich beide Harnleiter, um zu einer birnförmigen kleinen Harnblase zu verschmelzen, welche mit ihrem spitzen Ende in die sehr feine Urethra ausgeht. Letztere begiebt sich zur hinteren Klappe der Genitalöffnung, auf der sie ausmündet (zu vergleichen hierüber auch Fig. 2). Es kommt sonst, wenn überhaupt, so jedenfalls nur selten, bei Knochenfischen vor, dass der Harnleiter länger ist als die Niere, welche meist bis ans hintere Ende der Leibeshöhle reicht.

Wie hinsichtlich des uropoetischen Systems, so bietet uns in noch höherem Grade Girardinus bezüglich des Geschlechtsapparates abweichende und außer bei anderen Cyprinodonten nicht oder nur zum Theil noch wiederkehrende Verhältnisse dar. Dahin gehören der unpaare Hoden und Eierstock, so wie die Entwicklung der Embryonen im Inneren desselben und die Umbildung der männlichen Analflosse.

Der Eierstock von Girardinus gehört der geringen Zahl jener an, welche unpaar sind. Seine Lagerung entspricht völlig derjenigen des Hodens, er ist mithin in seiner Lage erhalten durch das an seine dorsale Fläche sich inserirende Mesoarium, indess an seiner ventralen Fläche genau in der Medianlinie sich der Mastdarm anheftet. Der Eileiter ist an seinem äußersten Endabschnitte einfach. Gegen den Anfang des Eierstockes hin erheben sich an beiden Wänden, stärker jedoch an der ventralen, Falten, welche in das Lumen vorspringen, und deren Verhalten aus Fig. 6 ersichtlich ist. Dieselben sind nicht von gleicher Höhe, indem vielmehr die nächstfolgende Längsfalte immer etwas höher ist als die vorhergehende. Je weiter man in den Eierstock vordringt, um so mehr treten diese Falten an Zahl zurück, während die wenigen bleibenden gleichzeitig beträchtlich größer werden und in ihrem Inneren die Eier entstehen lassen. Das Verhältnis des Lumen im Inneren des

Ovarium wird durch einen Blick auf Fig. 7 klar. Der massive Eierstock hat nämlich ein zweischenkeliges, durch einen oberen Querast verbundenes Lumen. Am Ende des je einer Seitenhälfte entsprechenden Schenkels ist nicht selten das Epithel mehrfach gefaltet, aber nicht konstant und in nur geringem Grade. Es ist also das die einzige schwache Andeutung von Falten im Ovarium, das im Übrigen solid ist, eine etwas vom typischen Verhalten abweichende aber doch unverkennbar darauf beziehbare Beschaffenheit. Von einer Sonderung des zugleich als Ovarium und als Uterus fungirenden Eierstockes in zwei Abschnitte, einen eibildenden und einen ernährenden oder Eiweiß-bildenden, wie es Stannius[1] angiebt, ist nichts vorhanden. Vielmehr kann man deutlich verfolgen, wie die Eier im Inneren des Ovarium vom Keimepithel ihren Ursprung nehmen und von da weiter nach der Peripherie rücken, wohl unter dem Einflusse des Nachschubes der neuen sich ablösenden und entwickelnden Eier. Die Entwicklung der Eier hebt nicht an jeder Stelle des Keimepithels beliebig an, sondern es sind bestimmte Stellen darin besonders thätig und von ihnen aus kann man gegen die Peripherie des Ovariums hin die successiven an derselben Stelle erzeugten Eier wohl verfolgen, die größten nach außen, die kleinsten am Keimepithel. So kommt es, dass man die größten und reifen Eier ganz an dem äußeren Umfange des Ovarium antrifft, wie es unsere Fig. 7 erläutert. Dieselbe stellt einen Schnitt dar durch einen nicht ganz reifen Eierstock. Die reifen, resp. trächtigen Ovarien eignen sich nicht um in toto geschnitten zu werden, da die reifen durch die Härtung sehr fest werdenden Eier nur locker im Gewebe befestigt liegen, so dass es zweckmäßiger ist die reifen Eier für sich zu untersuchen.

Die Zusammensetzung des reifen über 1 mm großen Eies ist folgende. Zu äußerst trifft man eine strukturlose Membran, die Theca folliculi, an welcher bei reifen Eiern selten oder sparsam Kerne, die in jüngeren Stadien deutlicher sind, bemerkt werden (Fig. 8 *th*). Nach innen von der Theca folgt als einzige Eihülle das Follikelepithel, ein schönes mit ziemlich großen runden Kernen versehenes Cylinderepithel von 0,004 mm Höhe. Dasselbe findet sich völlig unverändert auch an dem in der Entwicklung begriffenen Eie wieder. Darunter folgt die sehr zarte Dotterhaut von circa 0,0005 mm Dicke. An Eiern, in denen die Entwicklung bereits in Gang ist, hebt sich zumal in der Gegend der Rückenwülste die Membran des Follikelepithels etwas ab und man erkennt dabei deutlich, dass die feine Membran, welche ich als Dotterhaut bezeichnete, unmittelbar über den Embryonalzellen liegend die äußerste

---

[1] H. Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 1846. p. 124.

Begrenzung des Dotters bildet, wesshalb man sie auch als eine von der Dotteroberfläche gebildete Membran ansehen muss. Die äußerste Schicht des Dotters zeigt zu keiner Zeit eine radiäre Streifung, wie sie viele andere Teleostier-Eier in der Zonoidschicht aufweisen. Es gehen vielmehr die kleineren Dotterkugeln bis dicht an die Dotterhaut heran, so dass die hellere Randschicht überhaupt auf ein Minimum reducirt bleibt. Die Dottermasse ist im Übrigen eine sehr homogene, welcher Auszeichnungen mit besonderen Formelementen, großer Fettkugel etc. ganz fehlen. Dagegen finden sich in der Rindenschicht große helle runde Blasenräume, die vermuthlich mit flüssiger Substanz erfüllt sein werden, am Schnitte aber leer sind.

Durch die eben geschilderte Beschaffenheit weicht das Ei der Girardinus erheblich von dem anderer Knochenfische ab. Die Eibildung und Eihüllen der Knochenfische sind im Allgemeinen noch wenig untersucht. Es ist daher auch kein allgemein gültiges Schema bis jetzt aufstellbar. Die Regel aber scheint es doch zu sein, dass eine starke vom Follikelepithel gebildete und von Ausläufern desselben durchsetzte äußere Hülle vorhanden ist, die wir, wenn wir mit H. Ludwig die vom Follikelepithel gebildeten Eihüllen so bezeichnen wollen, Chorion zu nennen haben. Wie weit das Chorion bei den Eiern der Teleostier verbreitet ist, und ob demselben auch die sog. Zöttchenschicht der Eier von Cyprinoiden etc. entspricht, ist noch unaufgeklärt oder strittig, eben so auch andererseits die Existenz der »Dotterhaut« und der Ursprung der Zona radiata oder Stäbchenschicht, welche zwischen Dotter und Chorion, resp. Follikelepithel angetroffen wird. Eines der geeignetsten, aber gleichwohl noch unzulänglich untersuchten Objekte für das Studium der Teleostier-Eier ist das Ei des Barsches. Ich habe mich 1873 mit demselben etwas eingehender beschäftigt und finde bei Vergleichung meiner Zeichnungen und Notizen mancherlei Differenzen mit der Darstellung bei Brock (l. c. Taf. XXVIII, Fig. 7), welche eine erneute Prüfung wünschenswerth erscheinen ließen. So fand ich, dass die Kanäle, welche die Gallertschicht oder das Chorion durchsetzen und Ausläufer der Follikelepithelzellen enthalten, gegen die Zona radiata hin sich in einige (meist drei) Äste von bald beträchtlicherer bald geringerer Länge spalten, während Brock von einer kleinen »kegelförmigen Anschwellung« spricht. Sodann hält Brock an der Auffassung der Streifung der Zona radiata als Ausdruck der Existenz von Porenkanälen fest. Eigentliche in eine Grundsubstanz eingebohrte Kanäle sind diese Elemente nun sicher nicht, denn es gelang mir an zerzupften Schnitten die Elemente der Zonata radiata als kleine stark lichtbrechende Stäbchen zu isoliren. Vergebens habe ich mich bemüht in denselben die Existenz eines Kanales zu erkennen. Ich kann daher die Elemente der Zona radiata bei Perca nur für stäbchenartige Gebilde halten, welche offenbar das Produkt der ihnen anliegenden in sehr ähnlicher Weise gestreiften Rand- oder Zonoidschicht des Dotters sind. Nur so, wenn man die Gallertschicht des Barscheies als Produkt des Follikelepithels, die Zona radiata als Produkt der streifigen Randschicht des Dotters betrachtet, wird die Genese der Hüllen verständlich. Vergleichen wir damit die Verhältnisse am Ei des Girardinus, so ist es zur Ausscheidung einer Gallertschicht, resp. eines Chorion nicht gekommen, wogegen die Randschicht des Dotters eine einfache strukturlose Dotterhaut secernirt hat. Diese Dotterhaut ist also der Zona radiata homolog. Ist die Randschicht des Dotters streifig, so bildet sie eine Zona radiata, anderenfalls eine Dotterhaut, womit natürlich die Möglichkeit einer nachträglichen Absonderung einer strukturlosen Dotterhaut, resp. deren Koexistenz mit der Zona radiata nicht ausgeschlossen ist, da sich vor Beginn der Embryonalentwicklung die Streifung der Randschicht wohl ohnehin rückbilden wird. In welcher Weise bei den verschiedenen Abtheilungen der Teleostier die Hüllen aus Dotterhaut oder Zona radiata, aus Gallertschicht oder Chorion mit oder ohne Persistenz des Follikelepithels oder ausschließlich aus Dotterhaut und Follikelepithel (Girardinus) sich zusammensetzen, bleibt weiteren Untersuchungen anheimgegeben. Wenn Verhältnisse, wie sie bei Girardinus vorliegen, und die wohl den geringst möglichen Grad in der Ausbildung der Eihüllen repräsentiren, bei anderen Knochenfischen bisher nicht bekannt wurden, so hängt das sicher mit dem Umstande zusammen, dass die Entwicklungsbedingungen eben bei den meisten Teleostiern andere sind. Wenn die Eihüllen dem Eie einen Schutz gegen die Einwirkung der äußeren Einflüsse gewähren sollen, so wird ein solcher jedenfalls bei Eiern, welche ihre Bildungsstätte nie verlassen, nicht oder in ungleich geringerem Grade erforderlich sein. So einfache Verhältnisse wie bei Girardinus wird man daher höchstens bei anderen lebendig-gebärenden Knochenfischen, wie Blennius viviparus etc. anzutreffen erwarten können.

Hinsichtlich der Oogenese muss ich mich ganz den Darstellungen von Waldeyer, Ludwig und Brock anschließen, in so fern die Follikelepithelzellen, so wie das Ei, ihren Ursprung vom Keimepithel nehmen. An jungen Ovarien ist von Falten im Ovarium nichts zu sehen. Es stellt vielmehr das Lumen des Eierstockes daselbst einen annähernd T-förmigen Spalt im Inneren des Organquerschnittes dar. Die Wandung dieses Hohlraumes wird gebildet durch ein hohes Cylinderepithel, dessen schmale aber hohe Zellen 0,018 mm in der Länge messen. Hier und da gewahrt man eine einzelne derselben vergrößert, wobei sie rund wird, auch ihr Kern stark an Umfang zugenommen hat. An anderen Stellen sieht man solche in der Entwicklung begriffene Eizellen mitsammt den nächst umgebenden nicht vergrößerten Epithelzellen in die Tiefe versenkt, resp. vom Keimepithel aus gegen die Peripherie verschoben (cf. Fig. 5). Etwas weiter gegen die Peripherie hin liegt ihr eine schon erheblich größere an, welche von einer Kapsel sehr feiner ganz niedriger Zellen umgeben ist. Durch Vergleichung der verschiedenen Größenstadien der wachsenden Eier erkennt man, dass aus diesen Anfangs sehr niedrigen flächenhaft entwickelten und in geringer Zahl vorhandenen Zellen das typische Follikelepithel der größeren Eizellen hervorgeht. Die größten derselben liegen an der Peripherie und zeigen das Epithel völlig schön und fertig ausgebildet und 0,014 mm hoch. Weiterhin nimmt mit der beständig fortschreitenden Vergrößerung des Eies das Epithel an Höhe nicht mehr zu, wohl aber natürlich an Zahl der Elemente, da es auch an dem mit Embryonalanlage versehenen Eie noch in gleicher Weise erhalten ist. An dem ganz reifen, resp. in der Embryonalentwicklung befindlichen Eie ist das Follikelepithel wieder niedriger, verflacht. Die sich bildenden Eier rücken somit vom Keimepithel aus immer mehr gegen die Peripherie hin vor und man findet so zwischen ersterem und letzterer alle verschiedenen Stadien vertreten. Eine Loslösung der Eier vor der Befruchtung findet nicht statt. Die Spermatozoen, welche ich im Inneren des Ovarium auffand, müssen daher das Keimepithel und das Follikelepithel durchbohren. Eine Verfolgung der Embryologie, so einladend dazu auch die Leichtigkeit der Materialbeschaffung ist, lag nicht in meiner Absicht, da, so viel ich darüber nach früheren Erfahrungen urtheilen kann, die Embryologie von Girardinus nichts darbietet, was ihr ein besonderes Interesse oder einen besonderen Vorzug vor anderen Repräsentanten der Ordnung verschaffte. Dass die Samenelemente die Masse des Ovarium, resp. das Keimepithel durchsetzen müssen, ist ein bei Wirbelthieren sonst bisher wohl nicht oder höchstens bei anderen lebendig gebärenden Teleostiern beobachtetes Faktum. Die Regel bei lebendig gebärenden Thieren, Vertebraten sowohl wie Wirbellosen, ist die Loslösung des reifen Eies von seiner Bildungsstätte vor der Befruchtung.

Eine Verschmelzung beider Ovarien zu einem einzigen, einen einfachen Hohlraum darbietenden Organe, scheint verhältnismäßig selten vorzukommen oder wenigstens erst in einer beschränkten Anzahl von Fällen sicher konstatirt zu sein. Die wenigen Fälle, in denen eine genaue Nachuntersuchung stattfand, haben zum Theil irrige Darstellungen berichtigt, so z. B. bezüglich des Ammodytes tobianus, den zwar Brock noch als Beispiel des unpaaren einseitigen Ovarium anführt, der aber, wie Hyrtl (l. c. p. 403) berichtigte, aus zwei verschmolzenen aber noch durch eine Scheidewand getrennten Hälften besteht. In manchen Fällen kommt es zu einer theilweisen Verschmelzung der einander zur Berührung genäherten Ovarien. Eine solche Verschmelzung im hinteren Abschnitte, wodurch eine gemeinsame Höhle entsteht, findet sich nach Milne Edwards (l. c. T. VIII. p. 454) beim Karpfen und bei Cottus gobio L., wo also die Hohlräume beider Ovarien nahe der Ausmündung in einen einzigen verschmelzen, der sich in den kurzen Ovidukt fortsetzt. Der umgekehrte Fall der Verschmelzung beider Ovariallumina nur im vorderen Abschnitte kommt, wie Milne Edwards (ibid.) angiebt, nach Hyrtl bei Trachypterus iris vor. Äußerlich scheinbar einfach, aber im Inneren durch eine vertikale Scheidewand in zwei Hälften getrennt, ist der Eierstock bei Fistularia (Hyrtl) so wie bei Ammodytes tobianus, wo er nach rechts translocirt ist und dadurch zu dem bereits erwähnten Missverständnisse Anlass gab. Brock erkennt die vollkommene Verschmelzung beider Ovarien nur für Rhodeus amarus, Perca fluviatilis und Ophidium barbatum an, während für Blennius viviparus, Cobitis taenia und Centronotus gemellatus noch weitere Untersuchungen abzuwarten seien. Vollständig verschwunden wäre der Eierstock der einen Seite bei Cobitis barbatula und Atherina hepsetus.

In die Reihe derjenigen Fische, bei denen die Ovarien völlig verschmolzen sind, tritt nun auch Girardinus ein. Dasselbe gilt offenbar für die nah verwandte Gattung Poecilia, für welche bereits Duvernoy[1] die gleiche Angabe gemacht hat. Später hat freilich Hyrtl das in Frage gezogen und die Existenz eines horizontalen Septum angegeben, alle meine Erfahrungen und Erwägungen anderer Art lassen mich vermuthen, dass Duvernoy's Angabe richtig ist und Hyrtl sich durch eine lange Ovariallamelle hat täuschen lassen. Wo sonst Septen als Rest der ursprünglich getrennten Wandungen zweier verschmolzenen Ovarien existiren, sind dieselben ja vertikal!

Die Gattung Girardinus ist somit wohl diejenige, bei welcher die Verschmelzung beider Geschlechtsdrüsen in eine einzige am weitesten gediehen ist. Es ist interessant, dass auch hier das weibliche Geschlecht den Verschmelzungsvorgang weiter fortgeschritten zeigt als das männliche, ganz wie das auch bei den übrigen Fischen mit unpaarem Ovarium angegeben wird. So ist nach Brock bei Perca die Verschmelzung beider Ovarien eine vollständige, diejenige der Hoden aber nur eine anscheinende. Bei Girardinus ist die Verschmelzung beider Hoden nur in der vorderen Hälfte eine komplete, während ja diejenige der Ovarien eine vollständige ist.

---

[1] Duvernoy, Observations pour servir à la connaissance du développement de la Poecilia de Surinam. Ann. de sc. nat. III. Ser. 1844. T. I. p. 313. Pl. 17, Fig. 1; so wie Hyrtl, l. c. p. 406 (nach Milne Edwards, l. c. p. 452).

Die Analflosse des Männchens ist wie erwähnt in ein accessorisches Copulationsorgan umgewandelt. Am ausgewachsenen Männchen fällt sie schon durch ihre Größe sehr auf, indem sie 8 mm lang ist, während bei bedeutend größeren Weibchen die Analflosse nur 5 mm Länge erreicht. Die verlängerte Analflosse des Männchens liegt für gewöhnlich der Unterseite des Rumpfes hinter dem After an, kann aber vom Thiere aufgerichtet werden, wobei sie dann senkrecht nach unten hin absteht. Mit Rücksicht hierauf hat man an ihr eine vordere Kante zu unterscheiden, deren Ursprung am meisten nach vorn und dem After angenähert gelegen ist, und eine hintere, mehr dem Schwanze angenäherte. Es sind acht oder neun Strahlen in der Flosse entwickelt, deren Lage und Beschaffenheit im Folgenden näher betrachtet werden muss. Die ganze Verlängerung der Flosse kommt nämlich auf Rechnung von drei mittleren Strahlen, während die zwei davor und die drei oder vier dahinter folgenden Strahlen klein bleiben und keine stärkere Entwicklung wie beim Weibchen annehmen. Zur Erläuterung des Verhältnisses möge unsere Fig. 3 dienen, welche eine noch nicht ganz entwickelte Analflosse darstellt. Zunächt der vorderen Kante stehen die beiden schmalen wenig entwickelten Strahlen 1 und 2, welche in der klaren Flossenhaut, die bis an die Basis des Besatzes von Schuppen entbehrt, sich scharf abheben. Am anderen Ende der Analflosse gewahrt man die Strahlen 6 bis 8. Es sind ebenfalls kleine kurze Strahlen. An manchen Exemplaren ist ihre Zahl um einen vermehrt. Jeder Strahl setzt sich aus zwei symmetrischen Hälften zusammen, einer rechten und einer linken, welche Anfangs auf einander liegen, weiterhin jedoch divergiren. Die Flossenmembran, in welcher sie liegen, enthält viele Chromatophorenzellen von dunkelgelber Farbe. Die verlängerte Partie der Flosse enthält drei Strahlen, den dritten, vierten und fünften. Von ihnen ist der dritte, also der am meisten nach vorn gelegene, der stärkst entwickelte. Um ihn herum ist die Haut mit zahlreichen schwarzen oder schwarzbraunen Chromatophoren ausgerüstet, wodurch die schwarze Färbung dieses stärksten Strahles zu Stande kommt. An diesen Chromatophoren konnte der Formwechsel der Zellen gut beobachtet werden, wenn man an einer vom lebenden Thiere frisch getrennten Flosse einzelne der Zellen beobachtete. Die sternförmige Figur ändert vielfach ab, einzelne Strahlen verlängern sich, treiben Seitensprossen oder verschmelzen mit dem nächststehenden Ausläufer. Allmählich lässt dann die Erscheinung nach zumeist unter immer mehr zunehmender Vereinfachung der und Zusammenziehung auf einen unregelmäßig lappigen oder knollig kugeligen Klumpen. In der unmittelbaren Nähe dieser dunkeln Chromatophoren liegen andere, gelbe, welche sich in der Umgebung des vierten und fünften Strahles befinden. Auch an ihnen gewahrt man Veränderungen, wobei es den Anschein gewinnt, als bestehe ein verästeltes Kanalsystem im Bereiche jeder Chromatophore, in welches der Inhalt bald theilweise, bald ganz ein- oder ausgeführt werde. Man gewahrt nämlich an den frisch eingezogenen Ausläufern noch in so deutlicher, wohl durch haften gebliebene Farbmasse bedingter Weise, den Weg, den sie verlassen, dass man diesen für einen geschlossenen und präexistirenden halten muss. Ob dann aber durch aktive Bewegung des farbeführenden Protoplasma die Veränderungen erzielt werden, oder welches die Einrichtungen sind, durch welche es möglich wird, dass einzelne Theile sich füllen, entleeren etc., indessen benachbarte denselben allgemeinen Druckverhältnissen ausgesetzte unterdessen unverändert bleiben, ist dabei noch nicht klar, wenn auch die erstere Annahme als die wahrscheinlichere gelten dürfte.

Der stark verlängerte dritte Flossenstrahl besteht wie alle anderen aus zwei symmetrischen Hälften, aus zwei Hohlschienen, deren Ränder auf einander liegen und einen, wie der Querschnitt lehrt, am hinteren Längsrande erweiterten Hohlraum umschließen. Dieser Hohlraum ist blutführend. Wiederholt konnte ich an frisch abgeschnittenen männlichen Analflossen noch die Bewegung des Blutstromes erkennen und bemerken, dass derselbe im dritten Strahle nach vorn hin gerichtet war, worauf er an der Spitze im Bogen umbiegt und in einen rücklaufenden Schenkel übergeht, welcher zwischen dem dritten und vierten Strahle, dicht über letzterem verläuft. Beide Gefäße stehen durch eine den dritten Strahl durchbohrende Anastomose in Verbindung. Es sind noch mehrere solcher Längsgefäße vorhanden. Der nächste ist ein rücklaufender Schenkel, welcher sich mit dem anderen bereits erwähnten weiter unten vereint. Dann folgen zwei andere Gefäße, in denen sich das Blut gegen die Flossenspitze hin bewegt. Es würde im Inneren der Flosse also die Blutcirkulation so angeordnet sein, dass je zwei zunächst stehende parallele Gefäßstämme in gleicher Richtung das Blut entführen. Das vordere Ende des dritten Flossenstrahles stößt an das weiterhin zu erwähnende hufeisenförmige Skelettstück. Von den zahlreichen Gliedern, aus welchen dieser wie die übrigen Strahlen sich zusammensetzt, ist das drittletzte etwas verbreitert und dient, wie Fig. 3 erkennen lässt, zahlreichen feinen Fasern zum Ansatze, die als glatte Muskelfasern zu deuten sein dürften. Ein anderer Zug von Fasern geht gleichfalls in der Nähe des terminalen Endes der Flosse vom dritten Strahle ab, allein diese sind Theile des Skelettsystems, es sind Reste der zahlreichen feinen Strahlen, in welche an der noch unentwickelten Analflosse der dritte Strahl ausschießt.

Der vierte Flossenstrahl besteht wie der dritte aus zwei sehr verbreiterten gegliederten Hohlschienen. Er theilt sich bald der Länge nach in zwei dicht an einander hinziehende Theile, einen dunkleren vorderen und einen helleren hinteren, welcher gegen die Spitze hin sich mehr vom anderen entfernt, mit seinem äußersten feinen Ausläufer aber wieder an ihn herantritt. An seinem Verlaufe im letzten Viertel der Analflosse ist dieser hintere Stamm mit Zähnen besetzt, deren im Ganzen an zehn Gliedern welche vorhanden sind. Dieselben sind paarig angeordnet, indem an jedem Gliede zwei sich befinden, je einer für jede Seite der Flosse. Die proximal stehenden Zähne, resp. Haken, sind die größten, gegen die Spitze hin werden sie immer kleiner. In der Regel sind jederseits zehn Zähne vorhanden, selten neun oder elf.

Der fünfte Flossenstrahl ist der letzte und hinterste von den drei in die Verlängerung eingehenden. Er ist Anfangs einfach, spaltet sich weiterhin in seine beiden seitlichen Hälften und verläuft sehr verschmälert bis zum Ende der Flosse, ohne an den im Dienste der Kopulation stehenden Umbildungen der Spitze betheiligt zu sein. Den Endapparat der ausgewachsenen männlichen Analflosse zeigt Fig. 4. Derselbe besteht aus drei nach Art einer Zange gegen einander greifenden Theilen, zwei symmetrischen dem Vorderrande entsprechenden und einem kurzen spitzen hinteren Fortsatze. Der letztere ist ein kurzer kräftiger wenig gekrümmter Haken (Fig. 4 *H*), in dessen Basis die beiden Enden des vierten Flossenstrahles eintreten. Ihm gegenüber an der vorderen Kante der Flosse erhebt sich ein Fortsatz (Fig. 4 *B*), der sich in zwei gleich große fingerförmige Fortsätze (Fig. 4 *F*) spaltet, welche leicht gebogen gegen den Haken gerichtet sind. Im Inneren des fingerförmigen Fortsatzes liegt ein centrales Skelettstück, welches an der freien Spitze in eine kleine ovale Platte endet, nach der Basis hin aber mit dem der anderen Seite sich vereinigt und somit im Ganzen einen hufeisenförmigen Körper darstellt, dessen Lagerung aus Fig. 3 ersichtlich ist, wo indessen nur der eine Schenkel sichtbar ist. An die Basis der fingerförmigen Fortsätze, resp. ihres gemeinsamen Gestelles, tritt das Ende des dritten Flossenstrahles. So entsteht an der Spitze der Flosse ein kleiner dreischenkeliger Zangenapparat, der wohl bei der Begattung resp. der Ejaculation des Samens in die weibliche Eierstockshöhle, eben so wie die Zähne am vierten Flossenstrahle, Dienste zur Anklammerung resp. Festhaltung am Weibchen leisten wird. Den Akt der Begattung zu beobachten gelang mir an den im Aquarium gehaltenen Fischen bisher nicht.

Merkwürdig ist die Entwicklung dieses ganzen Apparates. An Männchen von unter 15 mm Länge ist kaum ein Unterschied von Weibchen zu beobachten. Männchen von 17—18 mm Länge — von der Schnauzenspitze bis zum Ende der Schwanzflosse gemessen — zeigen die Analflosse schon erheblich verlängert, allein weder von dem Zangenapparat des Endes noch von den Zähnen am hinteren Ast des vierten Flossenstrahles ist das Geringste zu bemerken. Die Flosse ist verlängert, aber die drei verlängerten Strahlenenden nach vorn zugespitzt, resp. in einen Büschel feinster Strahlen auslaufend, wie solche auch an den anderen Flossenstrahlen oft bemerkt werden. Dieselben verschwinden später bis auf einige am Vorderende der Flossenspitze befindliche und vom dritten Strahl abzweigende Ausläufer. Das Erste was nun erscheint sind die Zähne am hinteren Aste des vierten Flossenstrahles und zwar treten zuerst die hintersten größten auf und dann successive und distalwärts die kleineren. Während der Ausbildung der Zähne schwillt das Ende der Flosse etwas kolbig an und erhält durch stärkere Ausbildung der Seitentheile eine centrale Depression, eine bald mehr bald minder deutliche Grube, an deren hinterem Ende sich die erste Anlage des Hakens zeigt, wogegen nach vorn und an den Seiten sich die beiden Schenkel des hufeisenförmigen Körpers entwickeln. Dieselben entwickeln sich frei im Gewebe, d. h. unabhängig von den Flossenstrahlen. Auf diese Weise entsteht das in Fig. 3 dargestellte Stadium. Dieses geht in das letzte dadurch über, dass sich die Seitentheile mit ihrem centralen je aus dem Schenkel des hufeisenförmigen Körpers bestehenden Stützapparate selbständiger sondern und in die beiden freien fingerförmigen Fortsätze umbilden.

Männliche Thiere von 24 mm Länge und darüber haben fast immer den Zangenapparat voll entwickelt[1]. Thiere von 20—21 mm Länge zeigen das Stadium, in welchem die Zähne sich ausbilden und bei Thieren von 21—23 mm Länge findet man bald dieses bald jenes Entwicklungsstadium vertreten. Die Entwicklung geht mit dem Längenwachsthum nicht streng Hand in Hand, denn ich traf Thiere von 21 mm mit völlig entwickeltem Zangenapparate und andererseits solche von 22 mm Länge, an denen eben erst die Zähne zur Anlage kamen. Ausnahmsweise traf ich auch erheblich größere Männchen von letzterem Stadium und es wäre daher wohl möglich, dass bei manchen Exemplaren der Zangenapparat atavistischer Weise niemals zur Ausbildung käme. Bei Girardinus januarius Hens. kommt nach Hensel der Zangenapparat niemals zur Ausbildung. Da Hensel jedoch nur acht männliche Exemplare zur Verfügung hatte, von denen das größte 19 mm lang war, so wird ein definitives Urtheil vor neuer Untersuchung reichen Materiales nicht statthaft sein, zumal auch noch die etwaige Anwesenheit von Zähnen zu ermitteln bleibt. Dagegen besaß ein von Hensel zu Girard. decem-maculatus Jen. bezogenes männliches Thier von nur 15 mm Länge (bis zur Schwanzflosse) einen wohl entwickelten Zangenapparat. Das würde nach meinen Messungen an Girardinus caudimaculatus einer Gesammtlänge von 19 bis 20 mm entsprechen. Da bei dieser Größe die von mir untersuchte Art den Zangenapparat noch nicht entwickelt besitzt, muss die erwähnte andere Art etwas kleinere Maßverhältnisse aufweisen.

---

[1] So namentlich zur Zeit des Beginnes der Geschlechts-Saison im Frühjahr. Ende des Sommers, resp. Herbstes, dagegen trifft man auffallend große Männchen mit sehr langer und nicht differenzirter Analflosse an und wenig entwickeltem Hoden. Es sind offenbar junge derselben Saison entstammende Thiere, welche erst im folgenden Sommer geschlechtsreif werden.

Von anderen Gattungen mit ähnlichen Einrichtungen ist bei Knochenfischen wenig bekannt. Es sind nur die Cyprinodonten, bei welchen die Umbildung der Analflosse vorkommt, jedoch nur bei einer geringen Anzahl von Gattungen. Nach Carus, in dessen mit Gerstaecker herausgegebenen Handbuche der Zoologie, wäre bei Anableps die Analflosse in ein »langes dickes beschupptes konisches Organ mit Öffnung an der Spitze« umgewandelt. Nach Stannius[1] und anderen Autoren über vergleichende Anatomie handelt es sich aber in diesem Penisartigen Gebilde um eine besondere Papille, wie sie in geringerem Grade der Entwicklung auch bei Cottus, Blennius, Gasterosteus etc. und wie wir sahen auch bei Girardinus existirt. Wenn, wie zu vermuthen, bei Anableps diese verlängerte Urogenitalpapille in den weiblichen Zeugungsapparat introducirt wird, so liegt kein Grund vor von einem »Penis-artigen Organe« zu reden, indem dann direkt die Bezeichnung Penis am Platze ist, für welchen also Anableps das einzige Beispiel unter den Teleostiern abgeben würde. Übrigens dürfte es lohnend sein, an passendem reichen Materiale die Kopulationsorgane der Teleostier vergleichend zu untersuchen.

Zur Untersuchung des Hodens eignen sich jüngere Stadien gleichfalls besser als die älteren mit ihren weiten von Samen strotzend erfüllten Kanälen. Einen Querschnitt durch einen solchen unreifen Hoden stellt unsere Fig. 9 dar. Man bemerkt die Zusammensetzung des Hodens aus zwei symmetrischen, übrigens nicht immer gleich großen Hälften und ihre Verbindung durch eine Querbrücke, welche einen Theil des Vas deferens einschließt. Von der dorsalen Fläche her senkt sich das Mesorchium ein, durch seine dunkle Pigmentirung leicht auffallend. Gegenüber befindet sich eine andere gegen die Brücke gerichtete mediane Einsenkung, wodurch die Theilung des Hodens in zwei gleiche Hälften sehr deutlich ausgesprochen erscheint. Man hat sich aber nicht etwa vorzustellen, als ob Bilder wie Fig. 9 nur vereinzelt, resp. der Theilungsstelle des Vas deferens entsprechend, erschienen. Man erhält sie vielmehr als die Regel, nur nach hinten hin gegen die Ausmündung setzt sich das Vas deferens scharf ab gegen die zwei dann ganz getrennten Hälften. Nur da ist das Vas deferens ein cylindrisches Rohr, im Übrigen stellt es nicht einen Kanal dar, sondern eher einen flachen Sack, in welchen von beiden Seiten her die Hodenkanäle sich öffnen.

---

[1] H. Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846. p. 127; cf. auch Hyrtl, Beiträge zur Morphologie der Urogenitalorgane der Fische. Denkschr. der Wiener Akademie der Wissensch. T. I. Taf. LIII, Fig. 3 und 4 (nach Milne Edwards, Leçons sur la phys. et l'anat. comp. Tom. VII. Paris 1862. p. 331).

An größeren reifen Hoden erhält man keine so übersichtlichen Bilder, weil da die Seitenäste im Verhältnis zum Mittelstücke des Vas deferens größer sind. Man erhält sonach einen einfachen, nicht in Seitenhälften durch Einschnitte zerlegten Querschnitt, in welchem entweder noch das ungetheilte weite Lumen des Vas deferens die Mitte einnimmt, oder die Querschnitte der Äste, in welche sich dasselbe gespalten hat, angetroffen werden. Verfolgt man die Schnitte weiter gegen das Schwanzende hin, so sieht man zunächst in der Medianlinie je einen dorsalen und ventralen Einschnitt entstehen, von denen der erstere durch den in ihm enthaltenen Theil des Mesorchium rasch ins Auge fällt. Weiterhin werden diese Einsenkungen tiefer und stoßen endlich auf das nun von ihnen eingeschlossene Vas deferens. Es liegt mithin das Verhältnis bezüglich des Peritonealüberzuges so, dass sich in der vorderen Hälfte des Hodens das Mesorchium einfach an die Hodenoberfläche ansetzt, um durch flächenhafte Ausbreitung dieses Organ mit seinem Peritonealüberzuge zu versehen. Mehr dem anderen der Ausmündung genäherten Abschnitte des Hodens zu dringt dagegen das Peritoneum von beiden Seiten zum Vas deferens vor, um dieses dann einzuschließen. So ist denn im hinteren Abschnitte des Hodens ein vollkommenes Septum hergestellt zwischen der linken und rechten übrigens nicht ganz gleich großen Hälfte. Das Vas deferens, obwohl inmitten des Hodenquerschnittes befindlich, ist sonach hier eigentlich ganz außerhalb des Hodens gelegen. An dem der Ausmündung zugewendeten Abschnitte des Hodens ist dieser zweilappig, aber die linke und rechte durch das Bauchfell völlig getrennte Hälfte sind bis zur vollständigen Berührung einander genähert, wobei sie das starke unpaare

Vas deferens zwischen sich nehmen. In der Mitte des Hodens, wo die Spaltung des Vas deferens in seine rasch wieder zerfallenden Äste eintritt, hört der Peritonealfortsatz auf in die Hodensubstanz einzudringen, und von hier an ist die Verschmelzung beider Hodenhälften eine komplete.

Es tritt uns also hier bezüglich des Hodens der Fische dieselbe Erscheinung entgegen, welche die vergleichende Anatomie uns auch an anderen Organsystemen so oft lehrt. Paarige in der Mittellinie zur Berührung gelangende Organe verschmelzen unzählige Mal mit einander, sei es nun durch direkte Verschmelzung der genäherten Organe, sei es durch successive Verkürzung des Ausführganges, wobei die Anfangs hoch oben am Ausführgang erfolgende Zerlegung desselben in zwei Gänge mehr gegen die zugehörigen Organe hin verlegt wird, so dass diese kurz gestielt werden und endlich in ein aus zwei noch mehr oder minder getrennten Hälften bestehendes unpaares Gebilde übergehen. Je nach dem Grade der Verschmelzung oder Trennung der Organe, der Verkürzung oder Verlängerung der Ausführgänge sprechen wir von paarigen oder unpaaren oder von gelappten Organen. So giebt es bei Insekten Gattungen mit zahlreichen gruppenweise zusammenstehenden Hoden, während der Typus durch zwei Hoden repräsentirt wird, die wie bei Schmetterlingen in einen verschmelzen können. Wir reden von mehreren Organen, wenn die Verbindungsstücke des ausführenden Apparates etc. fein und lang sind, von einfachen aber gelappten Organen, wenn sie kurz und breit sind. Und so kann es denn auch für die Fische keinem Zweifel unterliegen, dass das typische aus zwei Hoden repräsentirte Verhalten gelegentlich, wie in unserem Falle, zur Verschmelzung führt, hinsichtlich deren jedenfalls auch hier verschiedene bis jetzt nicht näher untersuchte Grade bestehen.

Von besonderem Interesse ist Girardinus in vergleichend-anatomischer Hinsicht noch dadurch, dass hiermit der erste genauer untersuchte Fall von unpaarigem Hoden gegeben wird. Bekanntlich haben im Allgemeinen die Fische, speciell auch die Teleostier, paarige Hoden. Neben diesem von der überwiegenden Mehrzahl aller Knochenfische dargebotenen Verhalten ist für eine kleine Anzahl von Arten das Vorhandensein eines einzigen unpaaren Hodens angegeben. Dahin gehören Perca fluviatilis, Ammodytes tobianus, Mormyrus oxyrhynchus und einige Arten der Gattungen Blennius und Cobitis, wobei bei einigen eine mediane Verschmelzung beider Hoden angenommen wird, bei anderen, wie bei Mormyrus, die Verkümmerung des einen Hodens. Letzteres Verhalten schließt sich dann unmittelbar an dasjenige von Gasterosteus aculeatus und von Osmerus eperlanus an, wo der eine Hoden über ein Drittel von der Größe des anderen, so wie ein stark verkürztes Vas deferens hat. Brock[1] hat nun bei erneuter Prüfung des Gegenstandes nachgewiesen, dass für Perca die Angabe unrichtig ist, wie sie denn auch für die von ihm untersuchten Arten von Blennius nicht zutreffend war. Unter diesen Umständen dürfte man wohl auch gegen die übrigen eine mediane Verschmelzung beider Hoden behauptenden Angaben Zweifel hegen, und jedenfalls weitere prüfende Untersuchungen verlangen. In Girardinus lernen wir nun eine Gattung kennen, bei welcher eine völlige Trennung beider Hoden zu keiner Zeit besteht.

Um über diese Verhältnisse Klarheit zu erlangen wurden von mir reife so wie auch unreife Hoden von nur 1 bis 1 $^1/_2$ mm Länge untersucht. Die letzteren sind ziemlich glasig durchsichtig, die reifen mehr milchig trüb. Bei Herausnahme der Hoden ließ ich den dicht an die vordere und untere oder ventrale Fläche des Hoden gehefteten Enddarm stets mit dem Hoden in Verbindung, weil am Querschnitte das Rectum einen vollkommenen Anhalt zur raschen Orientirung darbietet. Der Enddarm läuft genau in der Medianlinie über den Hoden hin und ist durch Bindegewebe und den Peritonealüberzug an ihn geheftet. Der Anlagerung des Mastdarmes genau gegenüber, also in der Mittellinie der dorsalen Fläche des Organes, schlagen sich auf dieses die beiden Peritoneallamellen, welche hier den Hoden in der Lage erhalten und als Mesorchium bekannt sind.

Die Zahl der Äste, in welche sich die Hodenkanälchen, resp. die Äste des Vas deferens spalten, ist eine sehr geringe. Die samenbildenden Zellen selbst, welche die Hauptmasse des Hodens bilden, liegen frei in dem Gerüstwerke feiner Membranen, welche den Hoden durchsetzen und die gewissermaßen die Ausläufer oder Fortsetzungen der Hodenkanälchen bilden. Diese selbst sind mit einem Cylinderepithel ganz wie das Vas deferens ausgekleidet. Es schien dasselbe mit Cilien ausgerüstet, allein die Erfüllung der Kanälchen mit koagulirter Flüssigkeit und zahlreichen Samenballen ließ keine Gewissheit gewinnen. Von den Samenbildungszellen liegen die größeren und größten bis 0,08 mm und mehr messenden mehr im Centrum des Querschnittes, in der Nähe des Vas deferens. Mehr gegen die Peripherie hin folgen kleinere und kleinste. Je kleiner die Zellen, um so geringer ist die Zahl der Kerne in ihnen, deren Zahl an den großen Hodenzellen eine sehr hohe ist. Dieselben ordnen sich an der reifenden Hodenzelle an der Peripherie und werden zum Kopf des Samenelementes. Dabei treten dieselben so an die Oberfläche, dass sie aus ihr ein wenig hervorragend der Oberfläche ein strahliges Aussehen verleihen. Die Spermatozoen bestehen aus dem erwähnten kurzen stark lichtbrechenden Kopfe und einem daran anschließenden Halstheile, welcher allmählich feiner werdend in den äußerst zarten Schwanz übergeht. Die sämmtlichen Köpfe aller Spermatozoen, welche in einer Hodenzelle entstehen, sind an der Peripherie der Zelle gelagert, indess der Fadentheil gegen das Centrum gerichtet ist. In diesem Zustande gelangen die reifen Hodenzellen aus ihrem Gerüstwerke in das Lumen des Hodenkanales, resp. Vas deferens. Das Letztere ist in seinem letzten Abschnitte mit einer dicken Lage von Ringfasern, jedenfalls wohl glatten Muskelfasern, umgeben, zu denen noch eine dem Epithel anliegende Schicht von Längsfasern hinzukommt. Die Zahl der Hodenkanäle ist am reifen Hoden sehr vermehrt, ohne dass indessen eine regelmäßige Anordnung oder sehr hohe Zahl von Kanälchen etc. einen rein tubulösen Bau zu Stande brächten, wie er bei der Mehrzahl der Knochenfische besteht.

---

[1] J. Brock, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Geschlechtsorgane der Knochenfische. Morphol. Jahrb. Bd. IV. p. 505 ff.

Werfen wir zum Schluss einen Rückblick auf die besonderen Verhältnisse, durch welche die Gattung Girardinus sich auszeichnet, so sind es eine ganze Reihe von anatomischen Momenten, welche mehr oder minder von den bei der Mehrzahl der übrigen Teleostier obwaltenden abweichen. So der Mangel der Appendices pyloricae, die Kürze der weit nach vorn gerückten Nieren und die bedeutende Länge der Ureteren, die Verschmelzung beider Hoden in einen einzigen unpaaren, die Umbildung der Analflosse des Männchens in ein accessorisches Kopulationsorgan, endlich die Existenz eines einfachen unpaaren Eierstockes, in welchem die befruchteten Eier ihre Entwicklung durchlaufen, an der Stelle, an welcher sie entstanden, so dass die Spermatozoen, um zu ihnen zu gelangen, das Keimepithel durchsetzen müssen.

Der letztere Umstand dürfte wohl im engen Zusammenhange mit der Lebensweise des Thieres stehen. Die Girardinusarten leben nämlich eben so wie die nahe verwandten Poecilien, mit denen sie zusammen die kleinsten Süßwasserfische Südamerikas darstellen, in oft sehr seichten Gräben und Pfützen, in welchen man sie scharenweise flink umherschießen sieht. Im rasch durch das Wasser gezogenen feinen Netze fängt man leicht eine ziemliche Portion von ihnen, so wie häufig auch von kleinen, resp. jungen Exemplaren von Tetragonopterus, die in Brasilien unseren Leuciscusarten entsprechen. Der Magen- und Darminhalt besteht neben geringen Schlammmassen fast ausschließlich aus Algen und Diatomaceen aller Art. Die Algenfäden sind durchbissen und also in kleinen Stücken vorhanden. Die Girardinusarten leben wie auch andere limnophagen Cyprinodonten immer in größeren Gesellschaften zusammen und es erklärt das auch die ungeheure Massenhaftigkeit, in welcher Vertreter derselben Familie, nämlich Lebias cephalotes, in den obermiocänen Schiefern von Aix in der Provence angetroffen werden. Es wäre interessant die betreffenden Platten mit Rücksicht auf die Ausbildung der Analflossen genauer zu prüfen, um zu sehen, ob dieselbe bei beiden Geschlechtern gleich entwickelt oder beim Männchen modificirt war.

In gleicher Weise möchte ich mit der Lebensweise dieser Thiere den Umstand in Verbindung bringen, dass dieselben lebendig gebärend sind. In jedem seichten Graben trifft man sie an. Mehr als irgend welche anderen Fische sind daher diese der Gefahr ausgesetzt, ihr Wohngebiet ausgetrocknet zu sehen. Tritt dieser Fall ein, so ist offenbar der erwachsene, resp. auch halbwüchsige Fisch weit eher in der Lage sich retten zu können als die kleinsten und schwächsten, oder als es gar halbreife Embryonen sein würden. Die Girardinus können sich durch Aufschlagen mit dem Schwanz hoch emporschnellen und weit dadurch entfernen. Beim Eintrocknen eines Grabens oder einer Pfütze vermögen sie auf diese Weise sich aus dem Trocknen herauszuschaffen und nach den tieferen noch Wasser führenden Stellen zu retten. Mit ihnen sind auf diese Weise die Embryonen der trächtigen Weibchen gerettet. Würden aber die Thiere laichen wie andere Fische, so würde gar häufig die Laich- oder Brutmasse durch Austrocknen zu Grunde gehen. Diese Gefahr ist somit vermieden, denn die Embryonen bleiben so lange im Mutterleibe, bis sie schon völlig entwickelt und sehr beweglich sind und in ihrer Länge ungefähr dem vierten Theile jener der erwachsenen Exemplare entsprechen. Es scheinen sehr allgemein bei den Süßwasserthieren Einrichtungen zum Schutze gegen die bezeichnete Gefahr getroffen zu sein. Es giebt viel mehr lebendig gebärende Arten im Süßwasser als im Meere. Alle unsere Süßwassermuscheln sind entweder lebendig gebärend oder haben Brutpflege in den Kiemen, wogegen bei marinen Muscheln dies nur ganz ausnahmsweise vorkommt. Die Cyclas- und Pisidiumarten, welche die typischesten Schlammbewohner sind, bringen Junge zur Welt, welche schon von verhältnismäßig enormer Größe sind, eben so manche Gastropoden, wie Paludina oder Bithynia. Um im weichen Schlamm nicht zu versinken und sich beliebig weiter bewegen zu können, ist schon eine relativ bedeutende Kraft erforderlich, welche zarten Embryonen und schwächlichen jungen Thieren nicht zukommt. Desshalb durchlaufen dieselben auch ihre Entwicklung nicht wie marine Thiere frei als Larven, sondern in festen Hüllen, die wie der Laich der Limnaeen, Planorben etc. an Wasserpflanzen befestigt werden, oder im Mutterleibe. Dass gerade die kleinsten, am meisten auf seichte, leicht eintrocknende Gewässer mit schlammigem Grunde angewiesenen Süßwasserfische, die Girardinen und Poecilien, lebendige bereits kräftig ausgebildete Junge zur Welt bringen, ist mithin kein Spiel des Zufalls, sondern eine im Zusammenhange mit ihrer Lebensweise stehende Erscheinung, die als Anpassungsvorgang an die äußeren Existenzbedingungen aufzufassen ist.

Es ist nicht klar ob dieser Gesichtspunkt auch auf den einzigen in Deutschland anzutreffenden lebendig gebärenden Fisch, den Blennius oder Zoarces viviparus ausgedehnt werden kann, da derselbe zumeist an der Küste lebt und sich gern zwischen Tang aufhalten soll. Sicher aber ist, dass der einzige andere noch als lebendig gebärend bekannte Knochenfisch Südamerikas, der nur im Norden Brasiliens vorkommende und gleichfalls zu den Cyprinodonten gehörige Anableps, trotz seines Vorkommens im Meere sich ganz dem hier geltend gemachten Gesichtspunkte unterordnet. Derselbe bewohnt nämlich nach R. SCHOMBURGK[1] die Mündungen der in den Ocean sich ergießenden Flüsse und die Schlammbänke an der Küste von Nordbrasilien und Guiana. Er wird an geeigneten Stellen in zahllosen Scharen angetroffen und hält sich mit Vorliebe möglichst dicht am Strande auf, »so dass gewöhnlich eine große Anzahl von der eintretenden Ebbe überrascht auf dem flachen Strande zurückbleibt und dem immer mehr zurückweichenden Wassersaume durch gewaltige Sprünge nachzueilen suchen muss, in welchem Bestreben ein ansehnlicher Theil von den gefiederten Räuberscharen erreicht wird«.

Taquara de Mundo novo, Prov. Rio Grande do Sul, Brasilien,
2. März 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVI.

Fig. 1. Magen und Anhangsgebilde.
S, Schwimmblase;
S,, deren vorderer Abschnitt;
L, Luftgang;
Oe, Schlund;
M, Magen;
G, Gallenblase; *h*, Gallengänge.

---

[1] R. SCHOMBURGK, Reisen in Britisch Guiana. Bd. III. Leipzig 1848. p. 632 und Bd. I. p. 109; cf. auch BREHM's Thierleben. 2. Aufl. Bd. VIII. 1879. p. 260.

Fig. 2. Uropoetischer Apparat.
N, Nieren;
U, Ureter;
V, Harnblase.

Fig. 3. Halbentwickelte Analflosse des Männchens.
1—8, erster etc. Flossenstrahl;
H, Haken;
hu, Knorpel des hufeisenförmigen Körpers;
z, Zähne des vierten Flossenstrahles.

Fig. 4. Zangenapparat an der Spitze der ausgebildeten männlichen Analflosse. *H* und *hu* wie bei Fig. 3.
B, Fortsatz, welcher die fingerförmigen Fortsätze (*F*) trägt.

Fig. 5. Oogenese. Vergr. 570/1.
K, Keimepithel;
ov, sich abschnürende Eizellen;
fo, Follikelepithel.

Fig. 6. Querschnitt durch den Ovidukt.
fa, Falten des Epithel;
pe, Peritonealüberzug, resp. Mesoarium.

Fig. 7. Querschnitt durch ein unreifes Ovarium. Vergr. 150/1.
ov, Ovidukt;
fo, Follikelepithel der größeren Eizellen.

Fig. 8. Von einem Schnitt durch ein reifes Ei. Vergr. 660/1.
th, Theca folliculi;
fo, Follikelepithel;
Do, Dotterhaut.

Fig. 9. Querschnitt durch einen halb entwickelten Hoden. Vergr. 150/1.
m, Mesorchium;
h, Hodenzellen.

In der Mitte das Vas deferens von Zügen glatter Muskelfasern eingeschlossen.

Beiträge zur histologischen Technik.

Von

Dr. **Hermann Fol,**
o. ö. Professor an der Universität Genf.

Zur Erzeugung einer momentanen Erstarrung, resp. Gerinnung, lebendiger Gewebe und kleiner Organismen, sind in den letzten Jahren so zahlreiche und treffliche Mittel bekannt geworden, dass es fast überflüssig erscheinen möchte, noch andere Methoden vorzuschlagen. Wer aber von den bekannten Methoden einen praktischen und ausgedehnten Gebrauch gemacht hat, dem ist es wohl bekannt, dass jede Methode nur unter gewissen Bedingungen und auf bestimmte Fälle passt, in anderen Fällen aber, und bei anderen Objekten, den Dienst versagt.

Unter allen bekannten Fixirungsmitteln zur momentanen Abtödtung und Fixirung kleiner Thiere, stehen wohl die Osmiumsäure, allein oder in Verbindung mit Chrom- und Essigsäure, ferner die KLEINENBERG'sche Pikrin-Schwefelsäure, und die LANG'schen Sublimatlösungen obenan. So vortrefflich nun auch diese Mittel sich in den meisten Fällen bewähren, wollte es mir mit keinem derselben gelingen die See-Infusorien aus der Familie der Tintinnodea, mit vorgestrecktem Körper und ausgebreitetem Wimperkranze, zu erhalten. Es lässt sich dieses zwar durch plötzliches Übergießen mit starken Osmiumsäure-Lösungen bewerkstelligen, man erhält aber hierdurch stark geschwärzte und verkrümmte Präparate, welche keine weitere histologische Untersuchung zulassen. Nach vielfachem Herumtappen verfiel ich endlich auf ein bisher in der Histologie, so viel ich weiß, noch nicht angewandtes Reagens: das Eisen-Perchlorid. Was die Anwendungsweise betrifft, so gefiel mir die alkoholische Lösung am besten, und zwar die schwächere Lösung der englischen Pharmakopoe. Zum Gebrauche wird dieselbe stark mit Wasser verdünnt, etwa bis zu 2%. Will man aber alle in einem größeren Gefäße schwimmenden Thiere niederschlagen, so kann man ein etwas stärkeres Gemisch plötzlich zugießen. Es darf aber in keinem

Falle die koncentrirte Lösung direkt in Seewasser gegossen werden; denn es entstehen hierdurch voluminöse Niederschläge, welche das Präparat ganz und gar unbrauchbar machen. Nachdem alle Organismen zu Boden gesunken sind, wird das Wasser abgegossen und der Bodensatz mit 70%igem Alkohol ausgewaschen. Will man das den Geweben anhaftende Eisensalz entfernen, so setze man dem zweiten Waschalkohol ein paar Tropfen Salzsäure hinzu. Die Fixirung ist so vollständig, dass die kurze Einwirkung der verdünnten Säure keine nachtheilige Wirkung äußert. Nicht bloß Infusorien und Rhizopoden, sondern auch größere pelagische Thiere, z. B. Medusen, Rippenquallen, Salpen, Heteropoden, ja sogar pelagische Larven, Doliolum, kurz die allerzartesten Formen lassen sich mit vollkommener Erhaltung ihrer äußeren Gestalt, ihrer histologischen Struktur und ihres Wimperkleides in Alkohol übertragen und konserviren. Nach Entfernung der gelblichen Färbung durch den angesäuerten Alkohol ist das Aussehen durchsichtiger Thiere recht gut und die Trübung der Gewebe kaum bemerkbar. Will man nun Querschnitte, oder überhaupt gefärbte Präparate herstellen, so lassen sich die Gewebe mit Karmin färben; es zeigt sich aber hierbei der größte Nachtheil der Methode: die Gewebe nehmen zu viel Farbstoff auf und behalten ihn hartnäckig. Es muss also das Eisensalz durch angesäuerten Alkohol möglichst vollständig entfernt werden; doch lassen sich auch in diesem Falle solche Präparate nur zu ganz dünnen Schnitten gut verwenden. Es giebt aber eine andere Methode, mit welcher man eine sehr gute und wohl differenzirte Färbung erlangt. Man braucht nämlich nur dem Alkohol eine Spur Gallus-Säure zuzusetzen, etwa ein paar Tropfen einer 1%igen Lösung. Nach 24 Stunden wird mit Alkohol ausgewaschen, und nun zeigt sich eine hellbraune Färbung des Protoplasma, während die Kernsubstanz eine intensiv dunkelbraune Farbe annimmt. An den quergestreiften Muskeln sind die Scheiben abwechselnd hell und dunkel gefärbt; Membranen und Zwischensubstanz bleiben fast farblos. Dass die Farbe beständig sei, brauche ich wohl nicht hervorzuheben. In ästhetischer Beziehung lässt sie allerdings viel zu wünschen übrig, und könnte die Methode nur beim Naturforscher, nicht beim Techniker Eingang finden.

In der Zubereitung der Gelatine-Injektionsmasse habe ich seit mehr als zwei Jahren eine nicht unwesentliche Verbesserung in meinem Laboratorium eingeführt. Bekanntlich lassen sich die fertigen Massen nur kurze Zeit unverändert aufbewahren. Neuerdings hat zwar Hoyer[1] eine Methode vorgeschlagen, um derartige Massen durch Glycerin- und Chloralzusatz eine Zeit lang vor Zersetzung zu bewahren. Wo aber Injektionen nur gelegentlich gemacht werden, bietet ein solches Präparat keine wesentlichen Vortheile, da sich dasselbe doch nicht auf unbestimmte Zeit unverändert hält, und das Dilemma immer noch besteht, entweder öfters geringe Mengen zu bereiten, oder aber, wenn man sich einen größeren Vorrath anlegt, vielleicht den größten Theil desselben durch Zersetzung zu verlieren. Außerdem ist ja bekanntlich die Darstellung einer guten Leimkarminmasse durchaus nicht so leicht, dass man sich etwa auf einen Gehilfen verlassen könnte. Mein neues Verfahren hat nun den Vorzug, dass sich die Masse ganz unbedingt eine unbegrenzt lange Zeit hält, und so leicht darstellen lässt, dass der Erfolg auch in den Händen eines Gehilfen gesichert ist. Mein Verfahren besteht darin, dass ich mir die Injektionsmasse trocken in dünnen Blättern und in verschiedenen Farben herstelle, die ich in Wasser nur ein paar Minuten einzulegen und im Wasserbade einzuschmelzen brauche, um sofort eine zuverlässige Masse von beliebiger Konsistenz zu erhalten.

---

[1] H. Hoyer, Beiträge zur histologischen Technik. Biolog. Centralblatt. Bd. II. p. 17.

Ich will nun meine Formeln zur Herstellung von rother, blauer und schwarzer Masse folgen lassen.

Trockene Leimkarmin-Emulsion: Ein Kilogramm von Simeon's Gelatine für photographische Zwecke[1] wird mit Wasser übergossen, und ein paar Stunden bis zur vollständigen Aufweichung darin gelassen. Das überschüssige Wasser wird alsdann abgegossen und die Masse im Wasserbade zur Verflüssigung gebracht. Hierauf wird eine koncentrirte Lösung von Karminammoniak unter beständigem Umrühren zugegossen. Auf ein Kilogramm Leim hat mindestens ein Liter Karminlösung zu kommen.

Die Zubereitung der Karminlösung erfordert keine besondere Sorgfalt. Eine starke Ammoniaklösung wird mit drei bis vier Theilen Wasser versetzt und so viel Karmin zugegeben, dass ein ungelöster Überschuss zurückbleibt; kurz vor dem Mischen mit der Leimmasse muss man diese Flüssigkeit abfiltriren. Dem Leimkarmin-Gemisch, welches stark nach Ammoniak zu riechen pflegt, setzt man alsdann so viel Essigsäure hinzu, dass die dunkel purpurrothe Farbe in die bekannte blutrothe übergeht. Auf genaue Neutralisirung, welche bei den anderen Methoden die größten Schwierigkeiten darbietet, kommt es bei dieser Darstellungsweise gar nicht an. Man stellt das Gefäß bei Seite, bis die Gerinnung erfolgt ist, hierauf zerschneidet man die Masse und bindet die Stücke fest in groben Tüllstoff oder in ein feines Netz ein. Bei energischem Quetschen mit der Hand unter Wasser tritt die Masse in feinen Nudeln durch den Stoff und wird durch mehrstündiges Waschen in einem in fließendes Wasser gestellten Siebe ausgewaschen und vom Säure- oder Ammoniaküberschuss befreit. Die Nudeln müssen nun gesammelt und wieder aufgelöst werden. Die fertige Masse gieße ich auf große Blätter eines mit Paraffin durchtränkten Pergamentpapieres aus und hänge diese Blätter an einem gut gelüfteten Orte auf. Die trockene Gelatine, die sich mit Leichtigkeit vom Papier herunterziehen lässt, schneide ich mit der Schere in lange Streifen und bewahre den Vorrath, gegen Staub und Feuchtigkeit geschützt, auf.

---

[1] Man kann diese Leimsorte in den Handlungen photographischer Bedarfsartikel bekommen, oder direkt von Simeon's Gelatine-Fabrik, Winterthur, Schweiz, beziehen. Es giebt zwei Sorten derselben, eine harte und eine weichere. Ich ziehe letztere entschieden vor, weil man sie nicht so warm zu injiciren braucht. In Betreff der photographischen Gelatinen von Hinrichs in Frankfurt und von Coignet in Paris besitze ich keine Erfahrung, zweifle aber nicht, dass sie sich eben so gut werden verwenden lassen.

Blaue Emulsion: Den besten Erfolg gewährte mir die von Thiersch vorgeschlagene Formel, die ich für meine Zwecke nur wenig zu ändern brauchte. 120 ccm einer kalt-gesättigten Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul werden mit 300 ccm der heißen Leimlösung vermischt. In einer anderen Schale werden 600 ccm der Leimlösung mit 240 ccm einer gesättigten Oxalsäurelösung und dann noch mit 240 ccm einer kalt-gesättigten Lösung von rothem Blutlaugensalz vermischt; man trägt allmählich, unter starkem Schütteln, das erste Gemisch in das zweite ein, erhitzt das Ganze eine viertel Stunde im kochenden Wasserbade, lässt die Masse gerinnen, presst sie in Nudeln aus, wäscht sie und breitet dieselbe auf dem Wachspapiere aus. Es müssen in diesem Falle die Nudeln direkt eingetrocknet werden, weil sich die Masse ohne Oxalsäurezusatz nicht gut einschmelzen lässt. Will man die trockene Masse gebrauchen, so lasse man dieselbe in kaltem Wasser quellen und setze beim Erwärmen so viel Oxalsäurelösung zu, als nöthig ist, um die vollständige Verflüssigung herbeizuführen.

Schwarze Leimemulsion: Man lasse 500 g Gelatine in zwei Litern Wasser, in welchem man vorher 140 g Kochsalz aufgelöst hat, aufquellen, schmelze die Masse im Wasserbade ein und setze ganz allmählich, unter starkem Schütteln, eine Lösung von 300 g Silbernitrat in 1 Liter destillirten Wassers hinzu. Soll die Masse äußerst feinkörnig sein, so setze man beiden Lösungen das drei- bis vierfache Volumen Wasser hinzu. Die Masse wird in Nudeln gepresst und am hellen Tageslichte mit folgendem Gemisch umgerührt: kalt-gesättigte Lösung von oxalsaurem Kali $1\,{}^1/_2$ Liter, und kalt-gesättigte Lösung des schwefelsauren

Eisenoxyduls 500 ccm. Die Operation ist beendet, wenn die ganze Masse durch und durch dunkelschwarz geworden ist. Man wäscht mehrere Stunden, schmilzt wieder ein, und gießt die Masse in dünner Schicht auf Wachspapier aus. Die Farbe zeigt sich bei durchfallendem Lichte dunkel-sepiabräunlich. Will man lieber einen grauschwarzen Ton haben, so setze man in der ersten Lösung 240 g Bromkalium statt des Chlornatriums zu; die übrigen Operationen sind die gleichen wie oben.

Es ließen sich ohne Zweifel noch andersfarbige Leimlösungen herstellen, doch habe ich keine weiteren Versuche gemacht, weil ich mit den drei angegebenen Farben vollständig auskomme. Ich möchte jedoch bei dieser Gelegenheit vor den neulich wieder empfohlenen Anilinfarben warnen, da dieselben, wenn nicht beim Injiciren, so doch bei der nachherigen Behandlung, überall diffundiren. Die Chromfarben sind für trockene Massen nicht verwendbar, weil die Gelatine durch Behandlung mit der Chromsäure oder deren Salzen nach kürzerer oder längerer Zeit in den unlöslichen Zustand übergeht. Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass die trockenen Massen alle Eigenschaften der schönsten, frischbereiteten Leimmassen besitzen, und sich durch die größere Sicherheit in der Darstellung und die größere Bequemlichkeit beim Gebrauche vor denselben auszeichnen. Hoffentlich werden bald solche Emulsionen im Handel vorkommen, und werden wir der Mühe des Präparirens überhoben sein.

Über Coelenteraten der Südsee.

Von

Dr. R. v. Lendenfeld.

IV. Mittheilung.

Eucopella Campanularia nov. gen.

Mit Tafel XXVII—XXXII.

Ich stelle das Genus Eucopella für eine kleine, tentakel- und magenlose Meduse auf, die, abgesehen von ihrem ephemeren Charakter, die wesentlichsten Merkmale der Eucopidae besitzt.

Die glockenförmige Umbrella zeigt auf der Außenseite zahlreiche, meridianale Rippen und erreicht eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ mm (Taf. XXVII, Fig. 3). Der Schirmrand ist stark eingezogen und das Velum somit ziemlich klein. Sie besitzt acht adradiale Gehörbläschen, jedoch keine Spur von Tentakeln. Das Ringgefäß ist schmal, die vier Radialkanäle hingegen wohl entwickelt. Letztere entsenden zahlreiche Äste zwischen die Genitalprodukte. Am aboralen Pole erscheinen die Kanäle völlig obliterirt und geschlossen. Weder Magen noch Mundrohr sind angedeutet. Die ganze Schirmhöhle wird von den Genitalprodukten erfüllt, welche sich zur Zeit der Geburt der Meduse bereits im Zustande der Reife befinden. Auffallend ist die verhältnismäßig außerordentlich hohe Entwicklung des Nervensystems. Die Meduse ist farblos, nur die Radialkanäle und ihre Zweige sind undurchsichtig und braun, von derselben Farbe wie die Entodermzellen der Kanäle in den Gonophoren zahlreicher anderer Hydroiden.

Das Hydroidenstöckchen, welches diese Meduse aufammt, ist eine Campanularide (Taf. XXVII, Fig. 1). Von einer Laminarienthallome überziehenden netzförmigen Hydrorhiza erheben sich 4—6 mm hohe, gerade, glatte Stämmchen, an deren Enden die Nährthiere in becherförmigen Hydrotheken sitzen. Zwischen dem Nährthiere und dem Stiele findet sich ein kurzes, fast kugelförmiges Stück, welches nach beiden Seiten hin durch sehr dünne Chitinröhrenstücke mit den angrenzenden Exoskelettstücken in Verbindung steht. Das Nährthier hat 32 Tentakeln, ein weites und sehr bewegliches Hypostom und sitzt mit verbreiterter Basis der ebenen Grundfläche des Bechers auf. Im Entoderm des Magens finden sich sehr zahlreiche braune Körnchen, welche dem Magen eine braune Färbung verleihen.

Die Gonophoren sitzen auf kurzen Stielen und erreichen eine Höhe von 2—3 mm. Sie sind stark abgeplattet, ihr Querschnitt somit elliptisch. Die Breitseiten sind oben und an den Seiten durch annähernd auf einander senkrecht stehende, fast gerade Linien begrenzt; nach unten hin verschmälert sich der Gonophor ziemlich plötzlich zu einem kurzen Stiele, dessen Dicke jener der Hydrorhiza gleichkommt (Taf. XXVII, Fig. 1).

Die Gonophoren sind entweder ganz von einer großen und wenigen kleinen Medusenknospen erfüllt, oder es erscheint ihre distale Hälfte leer, wenn eben gerade vorher die größte Medusenknospe frei geworden.

Was nun die systematische Stellung unserer Eucopella anbelangt, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass sie in die Familie der Eucopidae (Gegenbaur) gehört. Die Abwesenheit von Magen und Tentakeln an sich wäre gewiss ein genügender Grund unsere Meduse nicht allein von den Eucopidae, sondern überhaupt von allen bisher bekannten Medusen zu trennen. Wir werden jedoch in Anerkennung, dass dieser Mangel coenogenetisch ist und daher mit der Verwandtschaft der Eucopella zu anderen Hydroiden wenig oder nichts zu thun hat, unsere Meduse eben so zu den Eucopiden stellen, wie die Eintagsfliege zu den Pseudoneuropteren. Eben so werden wir innerhalb der Eucopide unsere Meduse der Haeckel'schen[1] Subfamilie der Obelidae einverleiben können, weil die Nährthiere der Hydroidenstöckchen, mit solchen, in deren Zeugungskreise Eucopearten gehören, die allergrößte Ähnlichkeit besitzen. Freilich scheint es fast eben so gerechtfertigt für unseren Hydroiden eine eigene Subfamilie aufzustellen. Vielleicht wird die eine oder andere, der Entdeckung noch harrende Übergangsform diesen Zweifel zerstreuen.

Ich habe den Speciesnamen Campanularia gewählt, um nicht nur die verwandtschaftlichen Verhältnisse der Meduse, sondern auch jene des Nährthieres durch den Namen auszudrücken. Ich möchte diese Art der Nomenklatur für den besten Ersatz der doppelten Namengebung der Craspedoten und ihrer Nährthierstöckchen ansehen. In der That ist das

---

[1] E. Haeckel, System der Medusen. Bd. I. p. 167.

Nährthier unseres Hydroiden eine echte Campanularia und den Nährthieren der Hincks'schen[1] Art C. caliculata sehr ähnlich. Der Hauptunterschied besteht darin, dass die Stiele der Nährthiere bei C. caliculata wellig bis rosenkranzförmig, bei unserem Thiere hingegen stets glatt sind. Ich will hier bemerken, dass ich an einer kleinen Floridee zuweilen einen Hydroiden gefunden habe, den ich für Campanularia caliculata Hincks halte, es ist mir jedoch noch nicht gelungen geschlechtsreife Stöckchen zu erlangen.

Die große Variabilität, welche die Hydrotheken der Campanularia caliculata nach Hincks auszeichnet, tritt uns bei Eucopella in noch ausgedehnterem Maße entgegen. Abgesehen davon, dass die Becher häufig irregulär erscheinen und schief abgestutzt, nicht mehr Rotationskörperähnlich, sondern höchstens noch bilateral-symmetrisch sind, finden wir auch große Verschiedenheiten der Gestalt derselben vor, welche sich im Allgemeinen auf ein Schwanken der Mächtigkeit der Chitinmasse zurückführen lassen. In dieser Beziehung sind die Abweichungen so bedeutend, dass ich Anfangs geneigt war eine dünn- und eine dickbecherige Varietät aufzustellen. Die genauere Untersuchung zeigte jedoch, dass einer solchen Unterscheidung unüberwindliche Hindernisse in den Weg treten. Die Bechergestalt scheint nämlich nicht erheblich zu sein und kann gewissermaßen einer Adelsverleihung auf Lebenszeit verglichen werden. Wir haben hier einen ähnlichen Polymorphismus vor uns, wie ihn das Hornskelett von Dendrilla rosea[2] bietet: wir treffen in beiden Fällen Skeletteinrichtungen an, die ihrer Umgebung, dem mehr oder minder stark bewegten Meerwasser, angepasst sind. Wie bei diesem Schwamme werden auch die extremen Formen der Eucopella-Hydrotheken durch alle möglichen Übergangsformen verbunden.

Die Hydroidstöckchen der Eucopella finden sich ausschließlich auf Laminarien.

Wie an anderen Küsten beherrschen auch an dem Südrande des australischen Kontinents die Laminarien eine gewisse Zone dicht unter der Ebbegrenze. Während die Laminarien in dem ruhigen Wasser der Häfen ziemlich klein bleiben und ihre bandförmigen Thallome nicht über 2 Meter lang werden, erreichen die Laminarien an der offenen Küste riesige Dimensionen. Hier ist ihr eigentliches Element. Die Wogen, die unaufgehalten die Erde in dieser Zone umkreisen können, brechen sich mit Gewalt an den verwitterten Sandsteinfelsen, deren Zinnen ewig in salzigen Sprühschaum gehüllt sind. Nur jene Laminarien und große derbe Ascidien können sich hier in der Brandung behaupten. Hier erreichen die Thallome der Algen eine Länge von 10 Meter und sind bis zu einem Meter breit. Mehrere Dutzend solcher Riesenbänder sitzen an einem kurzen bis 20 cm dicken Stamme und fluthen immerwährend mit den brandenden Wogen auf und nieder. Losgerissen und ans Land geschwemmt gleichen sie mächtigen Stierhäuten.

---

[1] T. Hincks, British Hydroid Zoophytes. Bd. I, p. 164; Bd. II, Taf. XXXI, Fig. 2.

[2] R. v. Lendenfeld, Neue Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. p. 274.

Sowohl an den zarten Hafenlaminarien, wie auch an diesen letzteren, sind unsere Hydroiden häufig. Das Netz der Hydrorhiza überzieht einzelne Thallome ganz und gar auf beiden Seiten. Das Wachsthum geht jedoch stets von einem Punkte in der Nähe der Anheftungsstelle der Alge aus, so dass es scheint, dass die Flimmerlarven nur hier, an der ruhigsten und geschütztesten Stelle im Stande sind, sich anzusiedeln.

Während ich oft Hafenlaminarien gesehen habe, die durchaus gleichmäßig überwuchert waren, habe ich an den großen Algen des offenen Meeres unsere Hydroiden immer nur an den centripetalen Theilen der Thallome aufgefunden. Von den distalen Enden werden die Hydroiden wohl durch die gewaltige Bewegung und Reibung dieser Theile fern gehalten.

Die dünnbecherige Form bewohnt die Hafenlaminarien, während die dickbecherige Form im offenen Meere vorkommt. Der Hauptgrund, warum ich diese Formen nicht als verschiedene Varietäten betrachtet, ist der, dass dickbecherige Stöckchen in meinem Aquarium immer nur dünnbecherige Nährthiere hervorsprossen ließen, gerade so, wie ein Weinstock von Johannisberg an einem anderen Orte keinen Johannisberger mehr erzeugt. Ob die zarte Hafenform, ins offene Meer gebracht, dickbecherige Knospen erzeugen würde, kann ich nicht angeben, da sich dem Versuche unüberwindliche technische Schwierigkeiten in den Weg legen.

In meinem Aquarium habe ich sowohl von der einen, wie von der anderen Form Medusen erhalten, die in keiner Weise von einander verschieden waren. Gonophoren finden sich an den Stöckchen im Frühjahr, September bis December. Die Stöckchen sind diöcisch und scheint, wie dies schon durch die ephemere Lebensweise der Medusen nothwendig gemacht wird, die Zeit für die Medusenentwicklung an den männlichen und weiblichen Stöckchen die gleiche zu sein.

Die Personen von Eucopella campanularia treten in drei verschiedenen Gestalten auf: als Nährthiere, Blastostyle und Medusen.

Das Nährthier besorgt die Nahrungsaufnahme ausschließlich. Der Blastostyl ist eine Person, welche Charaktere der Meduse und des

Trophosom vereinigt und welche eben so wie die in ihr sprossende Meduse keine Nahrung mehr aufnimmt. Die Hydrorhiza kann keiner dieser drei Personen zugezählt werden. Aus diesem Grunde kann dieselbe nur dann in ihren Beziehungen zu den übrigen Theilen erkannt werden, wenn wir den ganzen Stock als einen Organismus und die Personen als Organe ansehen. Dann stellt die Hydrorhiza das Central-Skelett und -Gefäßsystem des Stockes dar.

Wir wollen mit der Beschreibung der Personen beginnen und zunächst das Nährthier genauer betrachten.

Das Nährthier.

Wenn wir, wie dies zumeist geschieht, alle Formen, in welchen uns die Hydroidenperson entgegentritt von der Hydraform ableiten, so stellt das Nährthier jedenfalls die am wenigsten veränderte Form dar, obwohl gerade dieser Theil des Stockes bei vielen Hydroiden in erster Linie, bei anderen sogar ausschließlich zur Nahrungsaufnahme befähigt, den Verkehr mit der Außenwelt vermittelt. In der That steht das Nährthier eines Hydroiden auch auf einer weit höheren Differenzirungsstufe als die ideale Archihydra, und die Ähnlichkeit ist eine bloß äußerliche und makroskopische. Histologisch sind beide wesentlich von einander verschieden.

Da erst in neuerer Zeit die Histologie der Hydroiden bearbeitet worden ist, und die Untersuchungen sich auf verhältnismäßig nur wenige Arten erstreckt haben, lässt sich eine kontinuirliche Reihe von Übergangsformen, wie sie vielleicht existiren dürfte, zwischen der einfachen Hydra und einem so hoch differenzirten Thiere, wie es das Trophosom von Eucopella Campanularia ist, nicht aufstellen. Wir werden sehen, dass die Epithelmuskelzelle ins Subepithel herabgerückt ist und dass sich aus den ursprünglich gleichartigen Stellen in gewissen Bezirken Sinnes- und Stützzellen differenzirt haben. Außerdem begegnen uns hier bereits Ganglienzellen, welche im Subepithel, zwischen Muskel- und Deckschicht gelagert, durch ihre Lage auf die Zeit der Entstehung aus Epithelzellen, nämlich nach Entwicklung der Muskellage schließen lassen. Wir wollen mit der Besprechung der Tentakeln beginnen.

Die Tentakeln.

Die Tentakeln sind alle in derselben Höhe inserirt, sie entspringen aus einer ringförmigen Verdickung des Polypenleibes. Jedes Nährthier besitzt stets 32 Tentakeln. Die Konstanz der Tentakelzahl ist bei Hydroidpolypen eine seltene Erscheinung und weist auf die beginnende Differenzirung in der Werthigkeit verschiedener Radien hin, indem wir es nicht mehr mit unendlich vielen gleichwerthigen, sondern mit einer endlichen Zahl von Hauptradien, nach denen sich die Organe richten, zu thun haben. Ähnliche Fälle von Spuren einer Radienbildung finden wir vor Allem bei Cladonema radiatum. Außerdem habe ich an einem hiesigen Brakwasserhydroiden, welcher wahrscheinlich in das Genus Stauridium gehört, eine vierstrahlige Anordnung der Tentakeln beobachtet. Am weitesten gediehen scheint die Ausbildung von vier Hauptradien bei Hamann's[1] Podocoryne Haeckeli zu sein, wo zwar die Tentakelzahl nicht $x \cdot$ vier ist, wo aber sich die ersten acht Tentakeln nach den Hauptradien anlegen und überdies der Hypostomrand vierlappig ist. Lappenbildung am Hypostomrand habe ich auch an einem australischen Eudendrium beobachtet.

Die 32 Tentakel des Nährthieres unserer Eucopella legen sich in der Knospe fast gleichzeitig an, so dass es schwer hält ein Wachsthumsgesetz für dieselben aufzustellen. Mit einiger Sicherheit lässt sich jedoch erkennen, dass zuerst ein Tentakel angelegt wird, und dass sich somit unser Nährthier ähnlich verhält, wie die Scyphistomen der Acraspeden[2]. Ein Stadium mit zwei Tentakeln, wie es an den Scyphistomen längere Zeit dauert und wie es Ciamician[3] und Hamann[4] auch für Tubularia-Embryonen nachgewiesen haben, kommt bei Eucopella-Knospen nicht vor. Obwohl die Tentakeln in einem Wirtel stehen, so geschieht es oft, dass der Tentakelkranz zweiwirtelig aussieht, indem die Fangarme abwechselnd aufstreben und sich nach hinten neigen (Taf. XXVII, Fig. 1 linkes Nährthier). Die Tentakeln sind alle unter einander gleich. Sie sind drehrund und cylindrisch, das Ende von gleicher Dicke wie die übrigen Theile. Die Nesselkapseln häufen sich am Ende an. Gegen die Basis hin nimmt ihre Zahl ab. Im proximalen Viertel des Tentakels giebt es keine Nesselkapseln. Die Tentakeln erreichen im Maximum ihrer Ausdehnung die Länge der Nährthiere, denen sie angehören, und sind dann 0,03 mm dick. Die Tentakeln bewegen sich verhältnismäßig langsam und legen sich, wenn sich das Nährthier nicht wohl befindet, über das Vorderende des zusammengezogenen Leibes. Sie bilden auf diese Weise einen Deckel, der die Öffnung der Hydrotheca nach außen abschließt. Fest zusammengepresst verzögern sie außerordentlich die Einwirkung von Reagentien auf das Innere des Thieres. Lässt man Nährthiere mit ausgebreiteten Tentakeln 20 Sekunden etwa in 1- oder 0,5-procentiger Osmiumsäure liegen, so werden sie dunkel oder hellbraun und durchaus gehärtet. Jene Thiere aber, deren Tentakeln zusammengeschlagen sind, werden selbst durch die 1procentige Säure nicht beeinflusst. Man kann hieraus ersehen, welchen Nutzen dieser Verschluss den Thieren unter ungünstigen Verhältnissen, etwa bei tiefer Ebbe und Regen, gewähren kann.

---

[1] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschr. Bd. XV. p. 519.

[2] C. Claus, Quallen und Polypen der Adria. p. 9.

[3] J. Ciamician, Über Tubularia mesembryanthemum. Diese Zeitschr. Bd. XXXII. p. 339.

[4] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 511.

Der feinere Bau der Tentakeln der Hydroidpolypen ist bereits von so vielen Autoren genau untersucht worden, dass hier nur dasjenige genauer besprochen zu werden verdient, was von den gewöhnlichen Verhältnissen abweicht.

Das Ektoderm.

Das Ektoderm besteht stellenweise aus drei Schichten, von denen zwei dem Subepithel angehören. Außen finden wir Deckzellen, Sinneszellen und Cnidoblasten, welche das Epithel zusammensetzen; dann folgt eine schwache, vielfach durchbrochene Schicht, welche aus Ganglienzellen, Nervenfäden und den Jugendstadien der Cnidoblasten besteht; und endlich der Stützlamelle zunächst eine Schicht von Longitudinalmuskeln mit kleinen anliegenden Muskelkörperchen. Die Ganglienzellen und jungen Cnidoblasten erweisen sich als echte »interstitielle« Zellen, zu denen wohl auch andere indifferente Zellen kommen, welche die Oberfläche nicht erreichen.

Von den sechs Zellenarten, welche Hamann[1] aus dem Ektoderm der Hydroiden anführt, kommen demnach vier Arten, nämlich Deckzellen, Muskelzellen, interstitielle Zellen (Ganglien- und junge Nesselzellen) und Cnidoblasten gewiss, möglicherweise auch Drüsenzellen in den Tentakeln vor. Außerdem finden sich Sinneszellen.

Das Epithel.

Das äußere Epithel wird größtentheils aus flachen bis cylindrischen Deckzellen zusammengesetzt. An der Tentakelspitze (Taf. XXVIII, Fig. 6) erreichen die Elemente desselben die größte Länge und nehmen mehr den Charakter von Stützzellen an. An der freien Oberfläche finden wir eine außerordentlich zarte Cuticula. Das Plasma erfüllt die Zelle nicht, wohl aber begegnen wir stets einer ununterbrochenen Plasmaplatte, welche der Cuticula dicht anliegt. In einer Verdickung dieser Platte liegt der Kern. Der übrige Theil der Zelle wird von einer klaren, als Zellsaft zu deutenden Flüssigkeit erfüllt, welche von Plasmafäden durchzogen ist, die aus der Kernverdickung entspringen und unter Anastomosenbildung nach der Basis und den Seitenflächen hin ausstrahlen. Wir begegnen hier demselben Fall, der stets wenig thätige Zellen charakterisirt: das Plasma schwindet bis auf einen kleinen, nothwendigen Rest und die Zelle hat hauptsächlich nur die Funktion, den Raum auszufüllen, sie wird zur Stützzelle oder Deckzelle. Jede Zelle trägt eine stets schwingende Cilie, welche bei der Einwirkung schädlicher Einflüsse (sehr verdünnter Osmiumsäure) ganz oder theilweise eingezogen werden kann. Die Cilie verwandelt sich hierbei in eine halbkugelige Vorragung der freien Zelloberfläche. Die Deckzellen platten sich gegenseitig ab und bilden zuweilen hügelartige Erhebungen nach außen hin. Am unregelmäßigsten ist die Basalfläche gestaltet, da sie einen getreuen Abdruck der darunter liegenden Elemente darstellt.

---

[1] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 486—487.

Die Cnidoblasten zeigen keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Es giebt nur eine Art von Nesselkapseln. Sie sind oval und erreichen eine Länge von 0,003 mm. Sie stellen Rotationsellipsoide dar. Die Achse der fertigen, an der Oberfläche liegenden, zum »stehenden Heer« gehörigen Kapseln schließt mit der Tentakelachse stets einen Winkel von 45° ein. Alle diese Nesselkapseln sind distalwärts geneigt. Der Nesselfaden liegt in denselben in einer einfachen Spirale aufgerollt (Taf. XXVIII, Fig. 4, 6). Die zugehörigen Zellen sind außerordentlich groß, der Cnidocil sehr stark und kegelförmig. Derselbe liegt annähernd parallel der Nesselkapselachse. An den Tentakeln haben alle Cnidocils genau die gleiche Lage; alle sind nach außen gerichtet. Sie gleichen in dieser Beziehung den Nesselhaaren der Brennnesseln. Ob es, wie bei diesen, möglich wäre über den Nesselhaaren in centrifugaler Richtung hinwegzustreichen, ohne eine Entladung hervorzurufen, konnte ich wegen der Kleinheit des Objektes experimentell nicht entscheiden; es dürfte aber vielleicht wohl der Fall sein. Es würde hierdurch den Cnidoblasten der Tentakel eine rein defensive Bedeutung beigelegt, da ein etwa gefangenes Thier leicht wieder entschlüpfen könnte, ohne dass hierbei eine Kapsel entladen würde. Als defensive Organe würden sie aber nur um so besser wirken, da ein von außen kommender Stoß um so eher eine Entladung hervorrufen muss, als er in der Richtung der Cnidocils wirkt. Kerne lassen sich in den Cnidoblasten stets nachweisen. Über die Befestigungsart derselben an der Stützlamelle konnte ermittelt werden, dass sie mit breiter unregelmäßiger Fläche der Muskellage aufsitzen, dass aber einzelne Theile der Zelle die Muskellage durchsetzen und die Stützlamelle erreichen, lässt sich nicht mit genügender Sicherheit erkennen. Ein direkter Zusammenhang mit Nervenfasern, wie ich ihn bei anderen Coelenteraten nachgewiesen habe, lässt sich eben so wenig wie

Nervenfasern überhaupt an Eucopellatentakeln erkennen. Ein solcher Zusammenhang könnte aber auch bei den Hydroiden aus der Angabe JICKELI's[1] über den Verlauf der Nervenfasern in den Tentakeln von Eudendrium mit einiger Wahrscheinlichkeit gefolgert werden. JICKELI sagt (l. c.) es ».... können von einer solchen Ganglienzelle Ausläufer zu verschiedenen Gruppen von Nesselkapselzellen abgehen, oder aber nur ein einziger Ausläufer verbindet sich mit einem Komplex von Nesselzellen ....«.

Wie oben erwähnt, fehlen die Cnidoblasten der Tentakelbasis. Im mittleren Theile des Tentakels sind sie in einer Schraubenlinie angeordnet. Hier stehen sie stets in einer einfachen Reihe und bilden niemals größere Gruppen. Ihre Anordnung ist, abgesehen hiervon, recht unregelmäßig, so dass die ideale Schraubenlinie, in der sie liegen, an der einen Stelle durch eine Reihe eng an einander stoßender Kapseln ersichtlich gemacht wird, während an anderen Stellen wieder gar keine Cnidoblasten auf eine größere Entfernung hin vorkommen. Die Schraubenlinie wird gegen das distale Tentakelende hin enger gewunden und dichter besetzt, so dass besonders die Tentakelspitze wehrhaft erscheint. Zur Bildung einer geschlossenen Nesselkapselhalbkugel, wie bei den geknöpften Tentakeln, kommt es jedoch keineswegs. An der Spitze liegen die Nesselkapselachsen so wie die Cnidocils annähernd der Tentakelachse parallel.

Außer diesen, den überwiegenden Theil des Epithels ausmachenden Elementen, finden sich an einzelnen Stellen der Tentakel, und besonders an der Spitze, Zellen, die wohl als Sinneszellen zu deuten sind (Taf. XXVIII, Fig. 6, 7 *s*). Diese Zellen unterscheiden sich von den Deck- und Stützzellen durch ihre auffallende Schlankheit. Außerdem sind sie ganz von feinkörnigem Plasma erfüllt und werden von Karmin viel intensiver gefärbt als das Plasma der Stützzellen[2]. Da sich am lebenden Thier keine auffallend langen, starren Haare, wohl aber solche, die senkrecht von der Oberfläche abstehen und den Cnidocils an Länge gleichkommen, finden, so möchte ich auch diesen Zellen kurze Tastborsten zusprechen. Mit den schönen, Palpocil-tragenden Sinneszellen der Syncoryne, lassen sie sich nicht vergleichen, sie ähneln vielmehr jenen Sinneszellen, welche ich im Entoderm des Hypostom[1] dieses und anderer australischer Hydroiden aufgefunden habe. Auffallend erscheint es, dass an der Tentakelspitze, wo gerade die meisten Sinneszellen vorkommen, keine Ganglienzellen aufgefunden werden konnten. Während die Kerne der Deck- und Stützzellen, welche der äußeren Fläche anliegen, platte Ellipsoide sind, erscheinen die Kerne der Sinneszellen eiförmig.

---

[1] C. F. JICKELI, Über das Nervensystem der Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 102. p. 43.

[2] Die Darstellung dieser Elemente ist mir auf folgende Weise gelungen: Osmiumsäure 0,5% 20 Sekunden. Alaunkarmin 10 Minuten. Entwässern mit Alkohol, durch tropfenweises Hinzufügen von absolutem Alkohol zu dem, in schwachen Spiritus liegenden, gewaschenen Polypen. Einbetten mit Chloroform-Paraffin. Anfertigung möglichst feiner Schnitte. Auflösen in Terpentin in einer Schale. Aufsaugen der feinen Schnitte mittels Pipette. Isolirung durch Klopfen aufs Deckglas während der Beobachtung.

Ob außer diesen drei Zellenarten auch noch Drüsenzellen im Tentakelepithel vorkommen, kann ich nicht entscheiden. Ich habe zwar keine Elemente nachweisen können, die zweifellos drüsiger Natur wären, bin aber dennoch öfters auf plasmareiche, schmale Epithelzellen gestoßen, die grobe stark lichtbrechende Körnchen enthielten und somit vielleicht als Drüsenzellen anzusprechen wären.

Das Subepithel.

Es ist unzweifelhaft, dass beide oben angeführten Schichten des Subepithels, sowohl die Ganglienzellen- und Cnidoblastentwicklungsschicht, als auch die Muskelzellenschicht durch Herabrücken von Epithelzellen entstanden sind. Für die Muskelzellen haben dies die Gebr. Hertwig[2] in ausgezeichneter Weise nachgewiesen, während es mir gelungen ist den Nachweis für die Entstehung der subepithelialen Nerven von Cyanea Annaskala[3] aus der epithelialen Schicht zu erbringen. Schwieriger ist es, die Erklärung für die Lage der Bildungsstätte der Cnidoblasten im Subepithel zu finden. Wir könnten zwar hervorheben, dass die Ernährungsverhältnisse im Subepithel günstigere sind als in der Oberflächenlage, und dass die jungen Cnidoblasten des Schutzes bedürfen. Wir würden dann annehmen, dass die Zellen, welche Nesselkapseln in sich erzeugten, dieselben ausbildeten, währenddem sie sich an der Oberfläche befanden, und dass erst später die Vortheile, welche der subepitheliale Aufenthalt einer nesselkapselbildenden Zelle ihr und somit dem Thiere bot, den jetzigen Aufenthalt der jungen Cnidoblasten verursachte.

Wenn ich hier alle jene Ektodermtheile, welche nicht die Oberfläche erreichen, das Subepithel, als aus zwei Schichten bestehend annehme, so geschieht dies in erster Linie desshalb, damit es leichter werde die Homologien einzelner Gewebetheile mit den entsprechenden anderer Cnidarien klar zu legen. Die scharfe Trennung und weitgehende Sonderung dreier Schichten im Ektoderm der Actinien illustrirt die viel undeutlicheren hier vorliegenden Verhältnisse. Wenn wir eine kontinuirliche Fläche uns vorstellen, welche alle Muskelfibrillen und dazu gehörigen Zellen, seien sie nun epithelial oder subepithelial, auf ihrer Außenseite, und eine zweite Fläche, welche alle oberflächlichen Zellen mit Ausnahme der Epithelmuskelzellen auf ihrer Innenseite überzieht, so finden wir, dass diese beiden Flächen bei allen Cnidarien stellenweise aus einander weichen und Elemente zwischen sich aufnehmen, welche wohl mehr oder minder zahlreich, jedoch stets vollkommen homolog sind. Die Nesselkapselmutterzellen der Hydra, die Nervenfilzschicht in den Randkörpern der Acraspeden, die Nervenschicht der Actinien etc. gehören hierher. Phylogenetisch ist diese Schicht von interstitiellen Zellen jünger als die darunter liegende Muskellage, weil sie von oben herkam und darüber liegt; überhaupt die neueste Errungenschaft des Ektoderms der Cnidarien.

---

[1] R. v. Lendenfeld, Über das Nervensystem der Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 131. p. 69.

[2] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jen. Zeitschr. Bd. XIV. p. 43 u. a. O.

[3] R. v. Lendenfeld, Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 506.

Da über die Bildungszellen der Nesselkapseln bereits erschöpfende Angaben von F. E. Schulze und Anderen vorliegen, kann ich mich gleich den viel interessanteren Elementen der mittleren Schicht des Ektoderms der Tentakeln, den Ganglienzellen, zuwenden. Während Hamann[1] keine Ganglienzellen beschreibt, und sagt, dass er wohl Zellen aufgefunden hat, die er Anfangs für Ganglienzellen gehalten, die sich aber später als gewöhnliche interstitielle Zellen erwiesen, schildert Jickeli[2] Ganglienzellen im Subepithel des Ektoderms des Hydranthen, des Hypostom und der Tentakeln von Eudendrium.

Ich hatte, ehe mir die Nachricht hiervon zukam, gleichfalls Ganglienzellen, nicht allein an australischen Eudendrien, sondern auch an einer Gonothyraea und an einer Syncoryne, so wie an zwei Campanularia-ähnlichen Hydroiden, deren Gonophoren ich noch nicht gesehen, aufgefunden und konnte somit die Angaben Jickeli's (l. c.) großentheils auch für australische Hydroiden bestätigen[3]. In allen diesen Fällen habe ich Ganglienzellen in den Tentakeln gefunden. Bei unserem Hydroiden finden sich auf jedem Tentakel etwa zehn Ganglienzellen. Diese liegen über die proximale Hälfte zerstreut, in der distalen Hälfte habe ich nie Ganglienzellen auffinden können. Es sind große multipolare, flach auf der Muskelschicht ausgebreitete Elemente (Taf. XXVIII, Fig. 4, 7, 9). Der Kern ist flach ellipsoidisch und liegt in der Mitte, das Plasma körnig und für Farbstoffe sehr imbibitionsfähig; es scheint in dieser Beziehung dem Kern gleichzukommen, da derselbe an Tinktionspräparaten nie sichtbar ist. An guten Osmium-Karminpräparaten kann man die Ganglienzellen in situ erkennen, bei der Abpinselung der oberflächlichen Schicht gehen die Ganglienzellen meist verloren. Dies ist wohl der Grund, warum es mir nicht gelungen ist einen Nervenplexus im Subepithel der Tentakel nachzuweisen. In den besten Fällen erhielt ich Bilder wie Fig. 4 (Taf. XXVIII) und glaube hier aus den besser geglückten Untersuchungen Jickeli's (l. c.) auf die Existenz eines Nervenplexus über der Muskelschicht der Tentakeln auch von Eucopella schließen zu können.

---

[1] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 493 u. a. O.

[2] C. F. Jickeli, Über das Nervensystem der Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 102. p. 43.

[3] R. v. Lendenfeld, Über das Nervensystem der Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 131. p. 69.

Es ist leicht diese Elemente sammt dem Epithel zu entfernen und auf diese Weise die Muskelschicht bloßzulegen (Taf. XXVIII, Fig. 4 *B*).

Bald nachdem die Epithelmuskelzelle entdeckt und ihrem Wesen nach erkannt worden war, glaubte man, dass bei den Hydroidpolypen ausschließlich solche Muskeln vorkommen. F. E. Schulze[1] sagt ».... weil ich niemals weder hier (Syncoryne) noch bei Hydra und Cordylophora oder anderen Hydroidpolypen jemals zu irgend einer Entwicklungsperiode in oder an den Muskelfasern Kerne gesehen habe, ...« woraus hervorgeht, dass bei diesen genannten Hydroiden, die wohl als ziemlich tief stehende angesehen werden dürfen, keine subepithelialen Muskeln vorkommen. Leider sagt Schulze nicht, welche anderen Hydroidpolypen er darauf hin untersucht hat, ich glaube aber, dass dies sehr viele, und Vertreter der verschiedensten Familien waren. Hamann[2] konstatirt, dass die ektodermalen Muskeln von Tubularia, die er eingehend studirt hat, bereits subepithelial seien, weiterhin[3] spricht er seinen Intaeniolatae (Thecophora + Hydra) den Besitz von subepithelialen Muskeln ab, und sagt, dass bei diesen noch alle Ektodermmuskelfibrillen mit Epithelzellen in Verbindung stehen. Er hat Obelia geniculata, Plumularia fragilis, Antennularia antennina und ramosa untersucht. Dem entgegen erwähnt Weismann, dass er im Coenosark von Plumularia subepitheliale Muskeln aufgefunden hat. Ich habe diese Angaben zusammengestellt, um es dem Leser ins Gedächtnis zurückzurufen, wie wenige Arten von thecophoren Hydroiden bisher histologisch genauer untersucht sind. Von den besser studirten Athecaten ist Tubularia die einzige Gattung mit subepithelialen Muskeln, und es scheint somit, dass in beiden Gruppen subepitheliale Muskeln bei einzelnen Formen zwar vorkommen, dass diese jedoch selten sind.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau von Syncoryne Sarsii etc. p. 6.

[2] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 515.

[3] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 527.

Die ektodermalen Muskeln der Tentakel der Nährthiere unserer Eucopella sind glatte, sehr lange und an beiden Enden in eine Spitze auslaufende Fäden, welche der Stützlamelle dicht anliegen. An jeder Fibrille, und zwar in der Längenmitte derselben, haftet ein kleines Plasmaklümpchen (Taf. XXVIII, Fig. 4, 6, 7 *m*) von ovaler oder unregelmäßiger Gestalt, welches sich zwischen die basalen Enden der Deckzellen einschiebt. Diese Muskelzelle enthält einen glänzenden eiförmigen Kern. Die Muskelfibrillen liegen in einer Cylinderfläche und überziehen die Stützlamelle der Tentakel als ein fast undurchbrochener, nur sehr schmale Lücken übrig lassender Mantel. Das terminale, halbkugelige Ende des Stützschlauches bleibt von Muskeln frei.

Die Muskelfasern sind glatt und haben somit noch nicht den Differenzirungsgrad der Medusenmuskeln erreicht. Nach weitergehender Maceration gelingt es die Muskelschicht von der Stützlamelle abzustreifen, welche dann eine glatte, dünne und strukturlose Membran darstellt. Die Stützlamelle dürfte im lebenden Thiere wohl nicht so glatt sein, allein es gehen etwaige feine Fortsätze, wie sie möglicherweise die Verbindung oberflächlicher Zellen mit der Stützlamelle herstellen, beim Maceriren verloren. Es wäre nicht unmöglich, dass zwischen den Muskelfibrillen solche feine Anheftungsplättchen oder -fäden von der Stützlamelle aufragen. Die Stützlamelle der Tentakeln anderer Hydroiden, welche am distalen Ende mehr oder minder stark verdickt erscheint, zeigt an jener Stelle, wie F. E. Schulze[1] entdeckt hat, und wie an Hydroiden mit geknöpften Tentakeln besonders gut nachzuweisen ist, nach außen vorspringende Spitzen, die wie Hamann[2] annimmt, Zellenstiele sind. Obwohl bei Eucopella die Stützlamelle an der Tentakelspitze nur unmerklich verdickt ist (Taf. XXVIII, Fig. 6), so habe ich doch an der Außenseite derselben Rauhigkeiten wahrgenommen. Jedenfalls liegen in den konkaven Theilen Subepithelzellen. Ob die vorragenden Theile in diesem Falle abgerissene Zellenstiele sind, lässt sich wegen ihrer Niedrigkeit nicht feststellen.

---

[1] F. E. Schulze, Über den Bau von Cordylophora lacustris. p. 26.

[2] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 494.

Das Entoderm.

Die blasigen Chordazellen der Tentakelachse zeigen keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Ich habe stets in einer größeren oder geringeren Zahl der Chordazellen Fetttröpfchen in der Nähe des Kernes aufgefunden (Taf. XXVIII, Fig. 5, 6, 7 *F*). Es sind entweder zwei, oder mehrere kleine, oder gewöhnlich ein größerer Tropfen vorhanden. Pigmentkörnchen fehlen in den Plasmanetzen. Die Zellhaut ist verhältnismäßig sehr stark und so wird die Widerstandskraft, welche der überaus schwachen und feinen Stützlamelle abgeht, durch die starken Wände der Achsenzellen ersetzt. Es findet sich stets nur eine Reihe von cylindrischen Achsenzellen, deren Kerne genau in der Achse der Zelle und des Tentakels liegen. Abgesehen hiervon schwankt die Lage des Kernes. Eine eigenthümliche Erscheinung habe ich an den Achsenzellen der Tentakel einer hier zuweilen vorkommenden Syncoryne beobachtet. Es finden sich nämlich dort zwischen den gewöhnlichen Chordazellen keilförmig eingeschoben stark lichtbrechende Körper, die ich für entodermale Drüsenzellen zu halten geneigt bin. Kleine Giftdrüsen im Entoderm der Tentakeln könnten in so fern werthvolle Defensivwaffen werden, als sie ihr Sekret, nach Verletzung der Stützlamelle, bei heftiger Tentakelkontraktion, dem Angreifer entgegenspritzen würden.

Das Hypostom.

Jener Ring von Chordazellen, welcher den Tentakeln zur festen Basis dient, verursacht eine starke Einschnürung der übrigens sackförmigen Gastralhöhle (Taf. XXVIII, Fig. 5). Diese, gewöhnlich geschlossene, jedoch sehr erweiterungsfähige Stelle schließt den Gastralraum gegen die Außenwelt ab. Wenngleich dieser Bildung in unserem Falle die Bedeutung eines Mundes zukommt, so werden wir doch diese Bezeichnung desshalb hier nicht anwenden können, weil andere Hydroidpolypen keinen solchen besitzen und überdies die Grenze der Keimblätter nicht an dieser Stelle liegt. Als Mund wird der freie Rand des Hypostoms anzusehen sein. Das Hypostom selbst erhält durch seine außerordentliche Beweglichkeit das Ansehen eines Rüssels. F. E. Schulze[1] hat auch das Hypostom von Cordylophora, welches noch rüsselähnlicher ist, auch kurzweg Rüssel genannt. Das Hypostom des Nährthieres von Eucopella ist ein trichterförmiges Rohr, welches den Mund mit dem Mageneingange verbindet. Die gleiche Definition kommt dem Schlundrohre der Actinien zu, und in der That brauchte unser Polyp nur sein

---

[1] F. E. Schulze, Cordylophora.

Hypostom zu verschlucken, um ein echtes Schlundrohr zu besitzen. Der Schlundrohrachse wäre dann die ektodermale Fläche, der Körperwand die entodermale Seite des umgestülpten Hypostoms zugekehrt. Es dürfte wenige Fälle geben, wo die bekannte Analogie des Schlundrohres mit dem Hypostom klarer zu Tage tritt als gerade hier.

Das Ektoderm.

Das Ektoderm des Hypostom zeichnet sich in einigen wesentlichen Punkten vor dem Ektoderm des Rüssels anderer Hydroiden aus (Taf. XXVIII, Fig. 5). Es ist ein hohes Cylinderepithel und enthält Cnidoblasten. Außerdem treffen wir eine subepitheliale Schicht von meridianalen Muskeln in demselben an.

Das Deckepithel besteht aus Stützzellen (cylindrischen Deckzellen) und Cnidoblasten. Die Zellen erreichen eine Höhe von 0,013 mm und werden, wenn der Rüssel stark zusammengezogen ist, zu Fäden mit einer Anschwellung in der Umgebung des Kernes, beziehungsweise der Nesselkapsel. An keinem anderen Theile des Nährthieres finden wir ein so hohes Epithel. Es erinnert lebhaft an das Epithel der Actinien, wenn es gleich nicht eine so außerordentliche Höhe erreicht, wie dies häufig bei den letzteren der Fall ist. Es weicht also Eucopella, was die Höhe dieses Epithels anbelangt, von allen bisher darauf hin untersuchten Hydroiden ab, und zeigt sich in dieser Beziehung als die am weitesten entwickelte Form. Freilich sind nur sehr wenige Formen bisher mit genügender Genauigkeit untersucht; dennoch lassen aber die bisherigen Resultate mit Wahrscheinlichkeit auf eine große Seltenheit solcher ektodermaler Hypostomepithelien schließen. Bei Cordylophora[1] und Syncoryne[2] ist das betreffende Epithel sogar ganz platt. Bei Eudendriumarten wird das Epithel selbst bei starker Kontraktion nicht höher als breit. Noch flacher ist nach den Abbildungen Hamann's[3] das Epithel der Hypostomaußenseite von Plumularia und Sertularella. Ich glaube daher berechtigt zu sein dieses Epithel unserer Eucopella eher mit der inneren Bekleidung des Schlundrohres der Actinien zu vergleichen als mit der entsprechenden Bildung anderer Hydroidpolypen.

Die Cnidoblasten enthalten die gleichen Nesselkapseln wie die Tentakel. Die Cnidocils liegen eben so wie an den Mundarmen in Meridianalebenen und sind wie dort unter einem Winkel von 45° gegen das distale Ende — hier gegen den Hypostomrand — geneigt. Ganglienzellen habe ich nicht beobachtet. Die Muskelzellenlage ist, wie an den Tentakeln, einschichtig und besteht aus meridianal verlaufenden glatten Fasern mit kleinen, subepithelialen Muskelkörperchen.

---

[1] F. E. Schulze, Über Cordylophora lacustris. p. 19.

[2] F. E. Schulze, Über Syncoryne Sarsii etc. Taf. I, Fig. 1.

[3] O. Hamann, Der Org. der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschr. Bd. XV. Taf. XXV.

Die Stützlamelle ist an der Basis des Hypostom (Taf. XXVIII, Fig. 5) mächtiger wie an anderen Stellen und verdünnt sich gegen den freien Rand hin.

Das Entoderm.

Das größte Interesse nimmt das Entoderm des Hypostom in Anspruch, da es zahlreiche, zu einem nervösen Centralorgan verbundene kleine Ganglienzellen enthält. Außerdem finden wir hier eine kontinuirliche Schicht von starken, subepithelialen Ringmuskeln, wonach also das Entoderm des Hypostom dieselbe oder eine noch bedeutendere Höhe der Differenzirung erreicht, als das Ektoderm der Tentakeln.

Das Epithel.

Die oberflächliche Zellschicht wird von sehr hohen Stütz-, Drüsen-, Nessel- und Sinneszellen gebildet.

Die Stützzellen sind von ektodermalen Elementen der gleichen Kategorie hauptsächlich dadurch verschieden, dass sie durchaus von feinkörnigem Plasma erfüllt erscheinen und dass keine Vacuolen in denselben vorkommen. Der kugelige Kern liegt der freien Oberfläche zunächst (Taf. XXIX, Fig. 8) in einer Anhäufung etwas trüberen Plasmas. Die Kerne sind auffallend klein, Kernkörperchen in denselben stets nachweisbar.

Von dem freien, etwas vorgewölbten Ende entspringt je eine lange schwindende Cilie. Da sich die Zellen gegenseitig abplatten, werden sie selbst zu polygonalen Säulen mit ebenen Seitenflächen. Die Basalfläche ist unregelmäßig gestaltet. Die Höhe dieser Elemente ist sehr bedeutend und kommt das Entoderm in dieser Beziehung dem Ektoderm des Hypostom gleich. Die Drüsenzellen zeichnen sich durch den Besitz zahlreicher kleiner oder größerer ziemlich stark lichtbrechender Körnchen und Tröpfchen aus. Sie sind nicht zahlreich und bilden etwa 8% des gesammten Epithels.

Noch spärlicher sind die Nesselzellen vertreten, die den ektodermalen Cnidoblasten vollkommen gleichen.

Den wichtigsten Bestandtheil bilden die Sinneszellen (Taf. XXIX, Fig. 8). Es sind spindelförmige Elemente, deren Kerne stets in halber Höhe des Epithels liegen. Die Kerne sind eiförmig und etwa viermal so groß als die Kerne der Stützzellen. Von jener centralen Plasmaanhäufung, welche den Kern umgiebt, gehen nach oben und unten gleich starke Fäden ab. Beide verdünnen sich gegen das Ende hin. Von dem centrifugalen entspringt ein ziemlich kurzes starres Haar, während der centripetale Theil der Zelle in eine Ganglienzelle, entweder direkt, oder durch Vermittlung tangential verlaufender Nerven übergeht.

Diese Sinneszellen stehen so dicht, dass man der entodermalen Hypostomfläche ein sehr feines Gefühl wird zuschreiben müssen.

Entodermale Sinneszellen kommen bei Medusen und Hydroidpolypen viel seltener vor als ektodermale. Bei letzteren waren bisher keine solchen Elemente bekannt und auch bei den großen Medusen hat man ihre Existenz, besonders an der Innenseite der Mundarme, mehr aus apriorischen Annahmen als aus thatsächlichen Beobachtungen gefolgert. Es ist mir bei Cyanea[1] gelungen diese Elemente darzustellen, für die Craspedoten sind sie noch zu entdecken. Bei den Actinien wurden entodermale Sinneszellen mit einer und solche mit zahlreichen Cilien von Gebrüder Hertwig[2] nachgewiesen.

Das Subepithel.

Das Subepithel setzt sich aus zwei Schichten zusammen, eben so wie im Ektoderm. In der oberen Schicht finden wir interstitielle Zellen verschiedener Art, und darunter eine wohl entwickelte Ringmuskellage. Wenn schon die theoretisch gerechtfertigte Trennung des Subepithels in zwei Schichten im Ektoderm Schwierigkeiten machte, ist dies hier in noch ausgedehnterem Maße der Fall, da die Muskelkörperchen keineswegs kleine rundliche Elemente sind, welche nur wenig die Muskellage überragen, wie im Ektoderm, sondern weit gegen die freie Oberfläche hin sich zwischen die Epithelzellen der Oberfläche einschieben und über das Niveau der Ganglienzellen emporragen. Es wird aber dennoch vortheilhaft sein, die beiden Schichten nach einander, jede für sich zu besprechen. Über die spärlichen interstitiellen Zellen, welche Nesselkapseln erzeugen, ist nicht viel zu sagen. Die Anlage und Ausbildung scheint genau so wie im Ektoderm vor sich zu gehen. Unser Interesse wird hauptsächlich von den Ganglienzellen in Anspruch genommen.

Entodermale Ganglienzellen wurden bei Coelenteraten zuerst von Gebrüder Hertwig[3] für das Entoderm der Septen einiger Actinien nachgewiesen. Es sind multipolare Ganglienzellen ohne besondere Eigenthümlichkeiten. Im Entoderm der Mundarme der Acraspeden sind sie ebenfalls vorhanden, hier jedoch schwieriger nachweisbar. Von den Hydroidpolypen endlich ist unsere Eucopella die erste, an welcher solche

---

[1] R. v. Lendenfeld, Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 541.

[2] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jen. Zeitschr. Bd. XIII. p. 533.

[3] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jen. Zeitschr. Bd. XIII. p. 534. Taf. XXVII, Fig. 6, 7.

Elemente aufgefunden werden konnten. Es sind (Taf. XXVIII, Fig. 5, Taf. XXIX, Fig. 8, 9) nicht, wie andere Ganglienzellen der Coelenteraten, flache Elemente, sondern sie erscheinen nach allen Dimensionen annähernd gleich mächtig. Sie sitzen der Muskellage mit breiter Basis auf und entsenden gegen die Oberfläche hin sehr starke, körnige Ausläufer, welche sich mit den Sinneszellen in Verbindung setzen. Diese Ausläufer, die ohne Weiteres als Nerven in Anspruch genommen werden können, sind jedoch zumeist sehr kurz, so dass das Nervengeflecht keineswegs so dicht ist, wie man in Anbetracht der großen Zahl von Sinnes- und Ganglienzellen annehmen sollte. Die Ganglienzellen selbst zeichnen sich besonders dadurch aus, dass das Plasma an der Oberfläche viel dichter ist als in den centralen Partien, es färbt sich dieser Theil auch besonders intensiv. Die Folge dieser Eigenthümlichkeit ist, dass die Zellen eine dicke Zellhaut vortäuschen. Der kugelige und große Kern liegt in der Mitte der Zelle. Unter einander stehen die Ganglienzellen durch tangentiale Nervenfädchen in Verbindung. Der auf diese Weise entstehende Plexus lässt sich am besten durch Zerklopfen von Schnitten nachweisen, indem hierbei, wenn dieselben die richtige Dicke haben, zuerst das Epithel losbricht und die übrigbleibende Stützlamelle mit der Muskellage sich nachher umlegt und den Plexus erkennen lässt. Diese ziemlich komplicirte Manipulation bleibt zwar oft erfolglos, ist aber gleichwohl das einzige Mittel, um den Plexus darzustellen. Einer Maceration und nachheriger Ausbreitung steht die Kleinheit des Objektes und die Unmöglichkeit im Wege, das Hypostom in einer Fläche auszubreiten.

Wie schon erwähnt sind die Sinneszellen großentheils sitzend und entbehren daher der sonst so gewöhnlichen langen centripetalen Ausläufer. Ich glaube eine Abbildung der Gebr. Hertwig[1], welche Sinneszellen des Septumepithels von Sagartia parasitica darstellt, auf eine solche mit sehr kurzem Verbindungsnerven versehene Sinneszelle beziehen zu sollen. Solche Sinneszellen, die am besten als »sitzende« zu bezeichnen sein dürften, habe ich auch in den Sinneswülsten und an anderen Stellen im Ektoderm von Cyanea Annaskala[2] aufgefunden.

Da ich in keinem anderen Theile des Körpers unseres Polypen so zahlreiche und dichtstehende Ganglienzellen, oder überhaupt solche, die einen nervösen Plexus bilden, aufgefunden habe, möchte ich den Ganglienzellenring im Entoderm des Hypostom geradezu als Centralorgan des Nervensystems unseres Thieres hinstellen. Wenn wir die Möglichkeit, dass die Ganglienzellen vom Ektoderm stammen und die Stützlamelle durch- oder umwandert haben, ausschließen, so müssen wir annehmen, dass das Centralorgan des Nervensystems der Eucopellapolypen vom Entoderm stammt. Diese Thatsache ist ein neuer Beleg für die von vielen Seiten in neuester Zeit erkannte völlige Äquivalenz der Keimblätter der Coelenteraten.

---

[1] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Taf. XXII, Fig. 3 (links).

[2] R. v. Lendenfeld, Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 493 f.

Wenn auch zweifellos die Gastraeatheorie auf die Coelenteraten anwendbar ist, so wird es dennoch nöthig erscheinen, den Begriff der Gastraea selbst ein wenig abzuändern, damit die Theorie auch für jene Thiere Geltung habe, deren Keimblätter nicht so sehr von einander verschieden sind, wie dies für alle Thiere bisher angenommen worden ist.

Die indifferenten Zellen, aus denen die differenzirten Elemente der Gastraea hervorgegangen sind, haben sämmtlich alle Lebensfunktionen in demselben Maße ausgeübt, wie ein ganzer Organismus. Wir können uns etwa vorstellen, dass diese Funktionen durch eine gewisse Kombination von Plasmamolekülen verschiedener Art hervorgerufen wurden. Aus dieser ursprünglichen Kombination, deren Zustandekommen nicht mittels der Zuchtwahl erklärt werden kann, sind nun andere Kombinationen hervorgegangen, welche durch die Zuchtwahl bewirkt wurden, und in welchen die eine oder die andere Funktion die Hauptrolle spielte, während alle übrigen Funktionen noch, wenngleich im beschränkten Maße, ausgeübt wurden. Wir müssen annehmen, dass die Gastraea oder Gastraeen, von denen die Coelenteraten stammen, auf dieser Stufe standen, und dass ihre Keimblätter sich noch nicht völlig in ein animales und ein vegetatives differenzirt hatten, sondern erst am Wege waren sich derart zu differenziren.

Nur auf diese Weise lässt es sich erklären, dass alle möglichen Funktionen von Abkömmlingen beider Keimblätter verrichtet werden können. Wir können im gegebenen Falle annehmen, dass die Sensitivität gewisser Zellen des Entoblast der Gastraea sich allmählich vermindert hätte, und dass diese Zellen immer mehr zu Absorptionszellen geworden seien, welche Umwandlung natürlich Folge der Zuchtwahl wäre, und dass dann plötzlich die fast verloschene Sensibilität der Zellen wieder zu Ehren gelangt sei, und schließlich sich dieselben wieder in Folge der Zuchtwahl zu echten Sinneszellen und weiter zu Ganglienzellen umgestaltet hätten.

Die Keimblätter der Gastraea, von welcher die Coelenteraten abzuleiten sind, unterscheiden sich von einander nur durch das verschiedene Verhältnis, in welchem die verschieden funktionirenden Molekülkombinationen in den Zellen des Ekto- und Entoblast gemischt sind.

Die Muskellage besteht aus glatten, dicht an einander liegenden cirkulär verlaufenden Fasern. Die Muskelkörperchen reichen bis nahe an die Oberfläche (Taf. XXIX, Fig. 8), und stellen die Muskelzellen somit ein frühes Stadium ihres Herabsinkens unter die Oberfläche dar, ein Stadium, welches beweist, dass die entodermalen Muskeln viel später in das Subepithel hinabgerückt sind als die ektodermalen, deren Muskelkörperchen gar nicht mehr den Eindruck von interstitiellen Zellen machen. Sie gehören in die Kategorie der intraepithelialen Muskeln, welche Gebrüder Hertwig[1] bei den Actinien nachgewiesen haben. Entodermale Muskeln wurden zuerst von Weismann[2] und später von Hamann[3] bei Hydroidpolypen aufgefunden. Letzterer giebt an, dass im Hypostomentoderm aller von ihm untersuchten Polypen Ringfasern vorkommen, wenngleich es ihm bei den »Intaeniolatae« nur selten gelungen dieselben nachzuweisen. Bei Eucopella sind sie jedenfalls sehr schön entwickelt und ich stehe nicht an, sie mit jenen Ringfasern zu vergleichen, welche das Schlundrohr der Actinien auf seiner entodermalen Seite umkreisen.

Während alle entodermalen Muskelzellen nach Hamann (l. c.) Epithelmuskelzellen sind, giebt Weismann (l. c.) an, dass die entodermalen Muskeln in den von ihm entdeckten Organen von Eudendrium, den Cnidophoren, subepithelial seien, und überdies durch die Kleinheit ihrer Muskelkörperchen auffallen. In dieser Beziehung halten die betreffenden Elemente unserer Eucopella die Mitte, indem sie wohl subepithelial sind, jedoch noch sehr hoch hinauf reichende interstitielle Muskelkörperchen besitzen.

Es ist eine bei allen polypoiden Coelenteraten konstante Erscheinung, dass die ektodermale Muskulatur stets aus meridianal, die entodermale stets aus cirkulär verlaufenden Fasern besteht. Da die gleiche Eigenschaft so vielen differenten Formen zukommt, erscheint es gerechtfertigt anzunehmen, dass sie ein hohes phylogenetisches Alter besitzt. Die Ausgangsform aber, von der sowohl Actinien als auch Hydroidpolypen stammen, muss, vorausgesetzt dass ihre Abstammung überhaupt monophyletisch ist, eine sehr indifferente Form gewesen sein und hat daher wohl auch eine sehr niedrige histologische Ausbildung besessen. Die Archihydra besaß keine Muskelfibrillen. Wenn wir nun beiden Blättern derselben die Fähigkeit zuschreiben, sich auf Reize zu kontrahiren, so werden wir annehmen müssen, dass immer, wenn sie von einem Feinde außen angegriffen oder von einem Beutethier innen berührt wurden, eine Kontraktion der berührten Zellen erfolgt sei. Es ist nun einleuchtend, dass zunächst, vor Ausbildung von Muskelfibrillen, die Zellen durch die Zuchtwahl derart beeinflusst wurden, dass sie sich in einer bestimmten Richtung, statt in unbestimmter Weise zusammenzogen. Natürlich wird diese Richtung die zweckmäßigste gewesen sein. Berührte ein Feind die Außenseite, so war es für den langgestreckten Polypen von Vortheil, sich zu verkürzen, während es gar keinen Vortheil gebracht hätte, sich zu verdünnen. Eine Verkürzung konnte aber am besten durch die Kontraktion nach einer meridianalen Linie bewirkt werden. Auf eine Berührung der Außenseite hin erfolgte Verkürzung dadurch, dass jede Zelle der Außenseite — also des Ektoderm — die Eigenschaft erworben hatte, sich ausschließlich und auf jeden Reiz hin in meridianaler Richtung zu verkürzen.

---

[1] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jen. Zeitschr. Bd. XIII, XIV. p. 43.

[2] Weismann, Über eigenthümliche Organe bei Eudendrium. Mittheilungen der zool. Station zu Neapel. Bd. III. p. 5.

[3] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschr. Bd. XV. p. 485.

Wenn nun aber ein Beutethier bei seinen Fluchtversuchen die innere Wand des sackförmigen Thieres berührte, so war es von Vortheil das Lumen zu verkleinern; dies konnte am besten dadurch erreicht werden, dass die Zellen der Innenseite auf Berührung hin sich ebenfalls nach einer und zwar cirkulären Linie zusammenzogen. Während nun die Ektodermzellen im Laufe der Zeit die Fähigkeit erwarben sich ausschließlich der Länge nach (meridianal) auf Reize hin zu verkürzen, wurden die Entodermzellen derart von der Zuchtwahl beeinflusst, dass sie sich ausschließlich in cirkulärer Richtung zusammenzogen. Die Ausscheidung einer Muskelfibrille musste natürlich derart geschehen, dass ihre Längsachse der Kontraktionsrichtung ihrer Bildungszelle entsprach. Ob nun die so entstandenen Epithelmuskelzellen bleiben, was sie waren, oder ob sie subepithelial werden, stets muss die ursprünglich erworbene Faserrichtung eingehalten werden. So lange der Polyp kein Nervensystem besaß und die Epithelmuskelzellen eine Neuromuskelzelle war, musste ihre Kontraktion in der Richtung erfolgen, in welcher eine Zusammenziehung dann vortheilhaft war, wenn dieselbe Stelle der Oberfläche berührt wurde. Jetzt, wo die Nachkommen ein Nervensystem besitzen und ihre Muskeln (Actinien z. B.) großentheils subepithelial geworden sind, erscheint diese Anordnung nicht mehr nothwendig, sie ist eine auf längst vergangene Zeiten hinweisende vererbte Eigenthümlichkeit. In der That sehen wir auch, dass die später entstandenen Medusen eine andere Vertheilung der Muskulatur aufweisen, die mit der Ausbildung quergestreifter Fasern Hand in Hand geht.

Im Allgemeinen ist die Entwicklung der Muskulatur des Ektoderms weiter vorgeschritten als jene des Entoderms. Ja es scheint, dass in dem Magenraum der weniger hoch differenzirten Hydroidpolypen[1] noch nicht einmal Fibrillen gebildet worden sind, wenigstens kommen einigen und darunter auch der Eucopella, keine entodermalen Muskeln in der Magenwand zu. Diese Erscheinung steht mit der oben angeführten Entwicklungshypothese in vollem Einklang, da stets die der Außenwelt entgegengekehrten Flächen mehr von der Zuchtwahl beeinflusst werden müssen als das Innere des Körpers.

Würden wir den Stammbaum polyphyletisch annehmen, so würde das an unserer Erklärung wenig ändern, da in dem Falle wohl alle Ahnenformen auf die gleiche Weise in den Besitz von Längs- und Ringmuskeln gelangt sein werden.

Der Leib des Nährthieres.

Der Leib des Trophosom hat im Allgemeinen die Form eines Kegels (Taf. XXVIII, Fig. 5), der mit breiter Basis dem flachen Boden der Hydrotheca aufsitzt. Dehnt sich der Polyp aus, dann wird der Kegel stumpfer, während das kontrahirte Nährthier mehr einem Cylinder gleicht. An der Spitze und an der Basis hat der übrigens geschlossene Kegelstutz je eine kleine axiale Öffnung, vorn der verschließbare Mageneingang und rückwärts die Einmündungsstelle des Stielkanales, welche nicht verschlossen werden kann. Vor der engsten Stelle am Vorderende finden wir eine kelchartige Erweiterung, die an einer scharfen Grenze in das Hypostom übergeht (Taf. XXVIII, Fig. 5). Der Abschluss des vorderen Kegelendes wird nicht durch eine Einfaltung oder Verdickung des Entoderms hervorgebracht, sondern lediglich durch die Einschaltung von Chordazellen zwischen Ektoderm und Entoderm. Das Ektoderm des unteren Theiles des Nährthieres setzt sich zumeist in einen einschichtigen Wandbeleg fort, welcher an der Innenseite des Chitinbechers anliegt und bis zu einer gewissen Höhe hinaufreicht. Je älter das Thier ist, um so tiefer sinkt dieser Wandbeleg herab, ohne jedoch zu irgend einer Zeit ganz zu schwinden.

Der Chordazellenring.

An Querschnitten durch den oralen Theil erkennt man unter dem Ektoderm und zwischen zwei Stützlamellentheilen eingeschlossen eine einfache Reihe von großen Chordazellen (Taf. XXIX, Fig. 13). Diese Entodermzellen bilden einen drei bis fünf Zellen hohen, einschichtigen Ring, welcher eine feste Basis für die Tentakel bietet. Die einzelnen Elemente des Ringes gleichen ihrer Gestalt nach Wölbungssteinen: sie sind keilförmig, innen konkav und nach außen zu konvex. Mit ihren Seitenflächen haften sie fest an einander. Ihrem Inhalte nach sind sie von den Chordazellen der Tentakelachse nicht verschieden. Der Ring keilt sich nach unten aus. Die unterste Zellenreihe besteht nicht aus sechsflächigen Elementen wie die übrigen, sondern aus fünfflächigen (Taf. XXVIII, Fig. 5). Die Stützlamelle ist auf der Außenseite dieses Ringes viel mächtiger als auf der Innenseite. Hier war ich oft an einzelnen Stellen nicht im Stande dieselbe an Schnitten zu erkennen. An Macerationspräparaten gelang es nachzuweisen, dass in dieser Lamelle rundliche Öffnungen vorkommen. Die feineren Details stimmen, so weit ich dies habe verfolgen können, völlig mit der genauen Darstellung dieser Verhältnisse bei Cordylophora, welche Schulze[1] giebt, überein: diese zwischen epithelialer und subepithelialer Entodermschicht ausgespannten Häutchen sind durchlöcherte Septen, welche von der Stützlamelle nach innen vorragen.

---

[1] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 485.

Das Ektoderm.

Das Ektoderm ist in verschiedenen Körperregionen verschieden. Im mittleren und oberen Theil begegnen wir Deckzellen und subepithelialen Meridianalmuskeln. Beide Schichten gehen in die entsprechenden Schichten der Tentakeln kontinuirlich über und sind von denselben nur dadurch verschieden, dass einestheils in der Oberflächenschicht keine Cnidoblasten und keine Sinneszellen vorkommen, und dass andererseits die Mittelschicht hier gänzlich zu fehlen scheint, so dass Muskelplatte und Deckepithel hier an einander grenzen. Aus apriorischen Gründen ist es wohl wahrscheinlich, dass wir hier Nervenfasern zu suchen haben, welche die zielbewusste Kontraktion der Muskeln veranlassen; eine höhere Ausbildung des Nervensystems scheint hier jedoch nicht aufzutreten und jedenfalls steht unser Polyp in dieser Beziehung weit hinter Eudendrium[2] und wohl auch anderen becherlosen Arten zurück.

Nach unten hin nimmt das Ektoderm allmählich an Höhe zu und geht schließlich am Basisrand des Kegels in ein verhältnismäßig hohes Epithel über. Eben so, wie die Längsmuskelfibrillen am ausgebauchten Theile des Cordylophoraleibes[3] aus einander weichen, nehmen auch die Abstände zwischen den Fibrillen an der Basis des Nährthierleibes von Eucopella rasch zu, so dass dieser der an Längsmuskeln ärmste Theil des ganzen Thieres ist, weil sich die gleiche Anzahl von Fibrillen über eine größere Fläche ausbreitet. Die Muskellage endet an dem Rande der Kegelgrundfläche und tritt nicht auf die Unterseite derselben über.

---

[1] F. E. Schulze, Über Cordylophora lacustris. p. 27.

[2] C. F. Jickeli, Über das Nervensystem der Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 102. p. 43.

[3] F. E. Schulze, Über Syncoryne Sarsii etc. p. 6.

Das Deckepithel nimmt an der Kante einen anderen Charakter an: sowohl das Ektoderm der Basalfläche, wie auch jenes des Becherwandbeleges gewinnt die Eigenschaften des Coenosarkektoderms. Sowohl der Wandbeleg als das Basalektoderm erscheint ziemlich fest mit dem Chitinbecher verbunden. Die Anheftung geschieht auf die gleiche Art, wie in der Hydrorhiza durch einzelne radialstreifige Stränge, während die dazwischen liegenden Zellpartien mit dem Chitinskelett nicht verbunden sind und mehr oder weniger weit davon abstehen (Taf. XXVIII, Fig. 5; Taf. XXIX, Fig. 12). Während die Deckzellen des Mittelleibes nur an ihrer freien Oberfläche eine Plasmaplatte enthalten und im Übrigen nur von einem Netze von Plasma durchzogen sind, erscheinen die Zellen am unteren Ende des Nährthieres ganz von Plasma erfüllt (Taf. XXIX, Fig. 11, 12).

Die wichtigsten Bestandtheile dieser Ektodermflächen sind jene Zellen, welche mit dem Perisark verbunden sind (Taf. XXIX, Fig. 11, 12 *D*). Es sind in der Mitte eingeschnürte spulförmige, längere oder kürzere Elemente, die senkrecht auf der Oberfläche des Bechers stehen. Sie erscheinen stets regelmäßig längsgestreift und ist diese Streifung besonders an den schlankeren Zellen dieser Art außerordentlich intensiv. Die Streifung verliert sich gegen das vom Perisark abgewendete Ende hin, wo sie endlich ganz verschwindet. Hier liegt in einem Klümpchen körnigen Plasmas der kleine kugelige Kern. Je nachdem nun die übrigen Entodermzellen sich mehr dem Perisark nähern oder weiter ab liegen, heften sie sich an den Seiten oder an dem Ende der streifigen Elemente an. Diese Streifenzellen gehen direkt, ohne wahrnehmbare Grenze in das geschichtete Perisark über. Es sind Chitindrüsenzellen von ganz der gleichen Beschaffenheit wie die Spongoblasten[1] der Aplysinidae. Bei der Betrachtung ausmacerirter Hydrotheken gewahrt man an der Innenseite kleine hügelartige Erhebungen, welche in der Flächenansicht zuweilen radiale Streifen erkennen lassen; es sind die Stellen, wo die Chitindrüsenzellen gesessen haben. Die Streifen sind wohl die Bahnen, auf welchen das im plasmatischen Theile der Zelle flüssig bereitete Chitin nach seinem Bestimmungsorte gelangt. Es verhalten sich diese Zellen also wie andere Drüsenzellen, nur dass hier die Streifung mit ungewohnter Intensität auftritt.

Dieselben Lebenserscheinungen, welche die streifigen Zellen der

---

[1] R. v. Lendendeld, Neue Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. p. 287.

Haftzipfel in der Hydrorhiza erkennen lassen, kommen auch diesen Elementen zu. Sie sind es, welche ausschließlich mit dem Chitinbecher in direktem Zusammenhang stehen und desshalb müssen auch sie es sein, welche alle Formveränderungen des Bechers bewirken. Es erscheint vortheilhafter diese Erscheinungen im Zusammenhang mit der Hydrotheca zu besprechen und wir werden daher unten darauf zurückkommen.

Das Entoderm.

Das Entoderm, welches als einschichtiges hohes Cylinderepithel den ganzen Magenraum auskleidet, unterscheidet sich in seinem feineren Baue nicht wesentlich von den für andere Hydroidpolypen beschriebenen Verhältnissen. Es bildet keine Längsfalten, sondern erscheint stets als ein ziemlich glattwandiger Schlauch (Taf. XXVIII, Fig. 5; Taf. XXIX, Fig. 13, 14). Allman[1] hat nachgewiesen, dass bei einigen Hydroidpolypen (Hydra, Syncoryne, Coryne, Cordylophora) das Entoderm nicht glatt ist, sondern unregelmäßige Falten bildet und auf diese Weise eine Oberflächenvergrößerung der Entodermalfläche erzielt wird. Später hat Schulze[2] diese von Allman (l. c.) »Rugae« genannten Falten als nicht konstante, sondern durch Kontraktion zufällig verursachte Bildungen erklärt. Er stützte sich hierbei auf Beobachtungen, welche er an Cordylophora und Hydra angestellt hatte. Dem entgegen hält Allman[3] in dem später erschienenen zweiten Theile seines Werkes die Existenz bestimmter Falten im Entoderm dieser beiden Hydroidpolypen aufrecht. Hamann[4] endlich, der zahlreiche Formen darauf hin untersuchte, bestätigt zum Theil (Syncoryne, Coryne, Cordylophora) die Angaben Allman's, zum Theil weicht er davon ab, indem er der Hydra ein ungefaltetes Entoderm zuschreibt. Hamann (l. c.) fand nun, dass die von ihm untersuchten Thecophora der »Rugae«, der Taeniolen, wie er sie nennt, entbehren und theilt alle Hydroidpolypen danach in zwei Gruppen ein. Ich habe Querschnitte mehrerer australischer Arten angefertigt und hierbei gefunden, dass es bei diesen wenigstens keine so scharfe Grenze giebt. Ich habe überhaupt nur von solchen Polypen Querschnitte erhalten, die ein nahezu glattes Entoderm besessen, die in einem Zustande getödtet wurden, in welchem der Leib verkürzt und erweitert war. Aus meinen Querschnitten scheint hervorzugehen, dass unter gewissen Umständen alle Polypen Längsfalten in der entodermalen Magenwand besitzen können, die genau so entstehen, wie die Faltungen des Epithels der Actinien. Es ist unzweifelhaft, dass die Rugae bei den Athecaten viel schöner zu sehen und häufiger vorhanden sind als bei den Thecophora und bei Hydra. Ich möchte dies jedoch in erster Linie dem Umstande zuschreiben, dass die einen entodermale Ringmuskeln im Magen besitzen und die anderen nicht[1], so dass bei den Athecata — Hydra (Taeniolatae) eine viel kräftigere Cirkularkontraktion eintreten kann als bei den Thecophora + Hydra (Intaeniolatae). Die Taeniolen wären dann als Folgeerscheinung der Kontraktion der Entodermmuskeln anzusehen. Bei der wiederholten Bildung derselben dürfte sich in einzelnen Fällen wohl eine Prädisposition zur Faltenbildung an gewissen Stellen ausbilden, wie ja auch z. B. die Haut der Hand sich durch wiederholte Faltungen schließlich immer an derselben Stelle einbiegt, ohne dass den nicht erblichen Falten irgend welche Bedeutung zukäme.

---

[1] Allman, Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 124.

[2] F. E. Schulze, Über Cordylophora lacustris. p. 30.

[3] Allman, Gymnoblastic Hydroids. Bd. II. p. 228.

[4] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschr. Bd. XV.

Das Entoderm des Nährthieres von Eucopella hat nur im Hypostom eine Ringmuskellage ausgeschieden und es kommt daher in der Magenregion nie zu einer so starken cirkulären Kontraktion, wie ich dies besonders an Syncoryniden öfters beobachtet habe. In Folge hiervon finden wir nur schwach ausgebildete Rugae vor und auch diese sind oft nur an der einen Hälfte der Magenwand wahrzunehmen. Zuweilen fehlen sie ganz.

Was nun den feineren Bau des Gewebes selbst anbelangt, so finden wir, dass dasselbe aus einer einfachen Schicht besteht. Freilich erreichen nicht alle Zellen derselben die Oberfläche, allein stets sind die interstitiellen Zellen intraepithelial. Wie oben erwähnt, konnten Muskeln nicht nachgewiesen werden. Eben so habe ich vergebens nach Ganglienzellen und Nesselkapseln gesucht. Es setzt sich das Epithel aus zwei verschiedenen Zellformen zusammen, die als Absorptions- und Abscheidungszellen unterschieden werden können. Den ersteren fällt die Aufgabe zu, die brauchbaren Lösungen, welche sich im Magenraum befinden, aufzusaugen. Die Abscheidungszellen kann man wieder in zwei Kategorien eintheilen, nämlich in solche, welche ein verdauendes Sekret bereiten und in solche, die gewissermaßen als Nierenzellen fungiren und die unbrauchbar gewordenen Stickstoffverbindungen ausscheiden. Ob bei den Hydroiden wirklich zwei verschiedene Zellenarten für diese beiden Funktionen vorhanden sind, lässt sich schwer entscheiden.

Betrachten wir die Entodermzellen, so fällt zunächst ihre Ähnlichkeit in einigen wesentlichen Punkten mit den von Schulze[2] erschöpfend dargestellten Elementen des Magens der Cordylophora auf. Der Hauptunterschied besteht darin, dass das Innere der Zellen in dem Eucopellaentoderm niemals von Plasmanetzen durchzogen wird, sondern von diffusem Plasma, in welchem kleinere und größere Körnchen, Bläschen, Pigmentkrümel etc. vorkommen, ausgefüllt erscheint. Alle Zellen stimmen in so fern mit einander überein, als der Inhalt des der Magenhöhle zugewendeten Zellenendes viel dichter, also wasserärmer ist, als das andere Ende. Auch liegt der Kern, wofern ein solcher erkennbar ist, stets in diesem Theile der Zelle.

---

[1] O. Hamann, Der Organismus der Hydroidpolpyen. Jen. Zeitschrift. Bd. XV. p. 485.

[2] F. E. Schulze, Über Cordylophora lacustris. p. 27 ff.

Während nun die einen Zellen (Taf. XXIX, Fig. 9) in Polypen, welche einige Zeit im Aquarium gelebt hatten, mehr den Charakter indifferenter Elemente besitzen und mit körnigem Plasma erfüllt sind, erscheinen andere Zellen (*d* und *d'*) in durchfallendem Lichte sehr opak, und zum Theil von undurchsichtigen, zum Theil von stark lichtbrechenden Körnern fast ganz erfüllt. Von diesen Zellen sind die einen (*d*) cylindrisch und durchsetzen das ganze Epithel, während die anderen (*d'*) klein sind und gewissermaßen zwischen den durchsichtigen Zellen eingeklemmt erscheinen. Diese letzteren finden sich in verschiedener Höhe des Epithels (Taf. XXIX, Fig. 9, 14). Zum Theil sitzen sie mit breiter Basis der Stützlamelle auf, zum Theil liegen sie in halber Höhe des Entoderms und erreichen mit ihren Enden keine der beiden Grenzflächen desselben. Während in den großen cylindrischen Zellen neben den Körnchen im freien Ende stark lichtbrechende Tröpfchen vorkommen, finden sich in der kleineren Zellenart bloß die kleineren Körnchen. Zellkerne können nicht nachgewiesen werden, weil die Zellen so außerordentlich undurchsichtig sind. Es ist wohl sicher, dass alle die kleinen undurchsichtigen Zellen einander gleich sind. Wir müssen annehmen, dass sie an der Stützlamelle in keilförmiger Gestalt entstehen (als interstitielle Zellen), sich hier mit Körnchen füllen, an die Oberfläche wandern und hier ausgestoßen werden, ähnlich wie die Schleimdrüsenzellen der Fische.

Die bräunlich-olivengrünen Pigmentkrümel und Körner, welche eine so weite Verbreitung bei den Hydroidpolypen haben, finden sich in jenen kleinen opaken Zellen, welche aus der Magenwand in die Magenhöhle wandern, in dichten, zuweilen kompakten Massen, während sie überall sonst diffus zerstreut erscheinen und viel weniger zahlreich sind.

Wollen wir nun diese drei Zellenarten nach den oben dargelegten Principien betrachten, so stoßen wir auf größere Schwierigkeiten. Fütterungsversuche mit Karmin oder anderen Farbstoffen beweisen nur, dass alle Epithelzellen der Magenoberfläche im Stande sind die Farbstoffkörnchen aufzunehmen. Die Harnstoffreaktion führte ebenfalls zu keinem befriedigenden Resultate. Es können desshalb für die folgende Darstellung der Funktionen der einzelnen Entodermzellen, nach welchen sie zu klassificiren wären, keine vollkommen verlässlichen Grundlagen gewonnen werden. Ich wäre geneigt die runden, stark lichtbrechenden Tropfen in den cylindrischen Zellen als verdauendes Sekret desshalb aufzufassen, weil sie ausschließlich am Oberflächenende dieser Zellen vorkommen und es wohl nicht unwahrscheinlich ist, dass Exkretionsstoffe an vielen Stellen entstehen, während es eben so mit unseren Anschauungen übereinstimmt anzunehmen, dass das Verdauungssekret an Ort und Stelle gebildet wird. Die kleineren, stark lichtbrechenden Körnchen in denselben Zellen, halte ich für die Jugendstadien der größeren Tropfen, welche in den Magenraum austreten, sobald sie eine bestimmte Größe erreicht haben. In diesen Zellen kommen spärliche oder gar keine braunen Körnchen vor.

Die braunen Körnchen halte ich für ein Exkret und die kleinen Zellen, welche die braunen Pigmentkrümel in großen Massen aufnehmen, befördern dasselbe hinaus, indem sie selbst absterben und aus dem Zellverbande des Polypen scheiden.

Die an Aquariumpolypen durchsichtigeren Zellen endlich sind vielleicht zum Theil für die absorbirenden Elemente zu halten. Während beide Arten von Drüsenzellen stets der Geißel und wohl auch der Oberflächenmembran entbehren, sind die durchsichtigeren Zellen zum Theil mit einer Geißel versehen. Es wäre hiernach vielleicht anzunehmen, dass die durchsichtigen Elemente, welche der Geißel entbehren, der Absorptionsfunktion vorstehen, während den geißeltragenden Zellen die Aufgabe zufallen würde, den Inhalt des Magens in Bewegung zu erhalten.

Selbstverständlich sind die geißellosen, durchsichtigen Zellen nicht immer durchsichtig, sondern nur an Polypen, welche längere Zeit ohne passende Nahrung im Aquarium gehalten worden waren. An solchen Trophosomen, welche gleich nach dem Fange gehärtet wurden, erscheinen alle Zellen mit stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt. Ob die geißellosen Elemente Oberflächenmembranen besitzen, wage ich, trotzdem es mir oft so geschienen, gegenüber der gegentheiligen Angabe Schulze's nicht zu behaupten. Der Hauptgrund, welcher für die Annahme spricht, dass diese Elemente in der That den absorbirenden Theil des Entodermepithels der Nährthiere darstellen, ist der, dass gerade diese Elemente große Schwankungen in ihrer Durchsichtigkeit und in ihrem Gehalte an feineren oder gröberen Körnchen erkennen lassen. Frische, aus dem Meerwasser geholte Eucopella-Trophosome sind viel undurchsichtiger, als solche, die längere Zeit hindurch im Aquarium gehalten worden waren. Bei der genaueren Untersuchung zeigte es sich, dass der Unterschied durch den größeren oder geringeren Körnchengehalt verursacht wurde. Ich stelle demnach die großen cylindrischen Elemente als die Bildnerinnen des Verdauungssekretes hin, während ich die mit braunem Pigment erfüllten Elemente als Exkretionszellen, und die durchsichtigeren am zahlreichsten vorhandenen Elemente zum Theil als Absorptionszellen in Anspruch nehme, und jenen derselben, welche eine Geißel besitzen, eine Chylus-bewegende Funktion zuschreibe.

Die Vertheilung der verschiedenen Zellenarten des Entoderms ist bei den verschiedenen Hydroidpolypen eine verschiedene, jedoch für die Species konstante. Das Epithel enthält an der einen Stelle vornehmlich die eine, an der anderen vornehmlich eine andere Zellenart, so dass es zu einer Anlage von echten Drüsen kommt, welche freilich den denkbar einfachsten Bau besitzen, indem sie aus einer Anzahl oberflächlich angeordneter neben einander stehender, gleichartiger Drüsenzellen bestehen. Solche primitive Drüsen finden sich bei Eudendrium und anderen Polypen, wo sie ringförmige Zonen bilden. Unser Polyp hat diese Stufe der Ausbildung seines Entoderms noch nicht erreicht: alle drei Zellenarten finden sich regellos in der Magenwand durch einander gemischt (Taf. XXIX, Fig. 5). Eine Koncentrirung hat nur in so fern stattgefunden, als die beiden Arten von Drüsenzellen ausschließlich in der kegelförmigen Seitenwand des Magens vorkommen. Der basalen Begrenzungsfläche fehlen sie gänzlich, hier kommen bloß Absorptionszellen vor. Eben so endet das drüsenhaltige Entoderm oralwärts etwas unterhalb des Chordazellen-Skelettringes. Das ganze, gegen den Mund zu liegende entodermale Epithel besteht aus ziemlich gleichartigen und indifferenten Zellen (Taf. XXVIII, Fig. 5; Taf. XXIX, Fig. 13), welchen vielleicht zum Theil eine Drüsenfunktion zukommen kann. Sie ähneln den Absorptionszellen der übrigen Entodermflächen einerseits, und lassen sich andererseits auch mit den Stützzellen des Hypostomentoderms vergleichen. Es sind cylindrische Geißelzellen, deren Inhalt sehr durchsichtig ist. Der Kern liegt in einer Anhäufung dichteren Plasmas am freien Ende der Zelle.

An der Basis des Magens, wo sich das Lumen rasch trompetenförmig verengt (Taf. XXVIII, Fig. 5), verlieren die Zellen allmählich ihre Höhe und vermitteln auf diese Weise den Übergang des Nährthierentoderms in das Entoderm des Coenosark.

Die Hydrotheca.

Die Becher, in welchen die Nährthiere der Eucopella sitzen, sind ihrer Größe, Stärke und Gestalt nach so außerordentlich veränderlich, dass es schwer hält alle Formen unter einer Bezeichnung zu vereinigen. Es wird am zweckmäßigsten sein in der großen Zahl schwankender Gestalten vier Divergenzhauptrichtungen anzunehmen, deren End- und Zwischenglieder alle thatsächlich vorkommenden Formen umfassen, und es kommen auch alle theoretisch möglichen End- und Zwischenformen eines solchen Schemas wirklich vor. Ich habe auf Taf. XXIX (Fig. 15) eine solche schematische Darstellung versucht, bei deren Anblick sogleich die konstanten und die schwankenden Formverhältnisse klar werden.

Die große Variabilität der Hydrotheken, auf welche oben schon mehrfach hingewiesen worden ist, scheint keineswegs ausschließlich dem Eucopella-Nährthiere zuzukommen. Speciell Campanularia caliculata, welche unserem Hydroiden so ähnlich ist, besitzt nach Hincks[1] sehr verschieden gestaltete Hydrotheken, jedoch finden sich in diesem Falle die verschiedenen Formen in demselben Stocke vor.

Das Konstante an der Form der Becher ist folgendes. Am oberen Ende jener glatten, kreiscylinderförmigen Röhre, welche stets senkrecht auf ihre Unterlage steht und somit auch immer unter rechtem Winkel von der Hydrorhiza abgeht, befindet sich eine leichte ringförmige Einschnürung (Taf. XXIX, Fig. 15). Auf diese folgt ein kugelförmiges Stück, dem dann erst der Becher selbst aufsitzt. Das Chitin der Röhre ist ziemlich stark, verdünnt sich jedoch an der Einschnürungsstelle, so wie besonders an jenem Kreise, wo das Chitin des kugelförmigen Schaltstückes mit dem Becher verbunden ist (Taf. XXVIII, Fig. 5). Es ist hier in allen Fällen bei Weitem der schwächste Punkt des ganzen Skelettes, so dass auch das die Stelle ist, wo bei Verletzungen ein Bruch am leichtesten, und daher auch am häufigsten eintritt. Außerdem kommt der ganzen Einrichtung die Bedeutung eines Gelenkes zu, indem sich die dünnen Chitintheile sehr leicht biegen und dehnen lassen. Die Bewegung scheint nicht auf Achsen stattzufinden, sondern, wie bei Kugelgelenken, nach allen Richtungen hin. Sie ist, so weit ich gesehen habe, eine rein passive und wird durch die Wasserbewegungen verursacht. Wenn also einerseits die cirkuläre Verdünnung den Zweck hat die Bruchstelle zu prädestiniren, so wird andererseits aus der durch diese Einrichtung bewirkten Beweglichkeit den Nährthieren in so fern ein

---

[1] F. Hincks, British Hydroid Zoophytes. Bd. I. p. 165.

Schutz erwachsen, als sie sich bei heftigen Erschütterungen beugen können und daher nicht so leicht brechen. Ähnlichen Einrichtungen begegnen wir bei Campanularien. Bei diesen dokumentirt sich das kugelige Zwischenstück als differenzirtes Endglied des Hydrocaulus. Es ist nämlich häufig der Nährthierstiel durch ringförmige Einschnürungen in zahlreiche kugelförmige Stücke rosenkranzartig abgetheilt. Die Funktionen, welche die Einschnürungen verrichten, sind nun durch Centralisation auf die oberste Kugel übergegangen und hierbei weiter ausgebildet und präcisirt worden. Wir haben also anzunehmen, dass der glatte Hydrocaulus mit der endständigen Gelenkkugel, in Folge weiterer Ausbildung, welche wie gewöhnlich mit einer Reduktion der Zahl Hand in Hand ging, aus der rosenkranzförmigen Eorm entstanden ist.

Der Becher selbst nimmt mit zunehmendem Alter auch an Dicke zu und wächst geraume Zeit hindurch, so dass die älteren Nährthiere eines Stockes viel mächtigere Hydrotheken besitzen als die jüngeren. Es scheint jedoch diesem Wachsthum auch eine gewisse Grenze gesetzt zu sein, da im Alter die Chitindrüsenzellen im Becher schwinden und überdies die Hydrotheken in den älteren Stockpartien bis auf etwa 15 cm hinter der Vegetationsspitze alle gleich mächtig sind.

Betrachten wir zunächst die jüngsten noch verschlossenen Becher an den Vegetationsspitzen der Stöcke (Taf. XXIX, Fig. 15 *A*), so finden wir, dass in allen Fällen diese Becher die gleiche Gestalt besitzen. Es sind kelchförmige, sehr dünnwandige, auf einer etwas dickwandigeren Kugel aufsitzende Gebilde. Interessant ist es, dass wir in diesem Stadium, unter der Einschnürung, welche die Gelenkkugel vom basalen Theile des Hydrocaulus trennt, noch eine zweite Einschnürung wahrnehmen. Wir haben es hier offenbar mit dem letzten Überreste des rosenkranzförmigen Hydrocaulus zu thun (Taf. XXIX, Fig. 15 *A*).

Wie sich in der That alle Hydrothecaformen aus einer solchen Anlage entwickeln, so werden wir auch von einer solchen Grundform ausgehen, wenn wir die verschiedenen Bechergestalten betrachten wollen.

Einen Centimeter hinter den Vegetationsspitzen der Stöcke beginnt bereits eine Differenz aufzutreten, und jener Stelle gehören die mit B_1 und B_2 (Taf. XXIX, Fig. 15) bezeichneten Becher an. Solche Hydrotheken der Hafenlaminarien (B_2) sind noch überaus zart und unterscheiden sich von der indifferenten Ausgangsform nur durch eine mäßige Verdickung des Becherbodens. Die von den derben Riesenlaminarien des offenen Meeres stammenden Becher entsprechender Stellen (1 cm) sind bereits in allen ihren Theilen viel stärker (B_1); sowohl der Bechergrund, wo wir die bedeutendste Verdickung wahrnehmen, als auch die

Gelenkkugel und der Stiel sind bereits doppelt oder mehrfach dicker als die entsprechenden Theile der zarten Hafenform gleichen Alters[1]. Solche Becher sind zum Theil noch geschlossen, zum Theil schon geöffnet, so dass man dieses Stadium als dasjenige hinstellen kann, in dessen Zeit die Fertigstellung der Hydranthen fällt.

Spätere Stadien sind in den Figuren C_1 und C_2 dargestellt. Es bildet sich schon eine Art Kanal aus, welcher vertikal aufsteigend die mächtige Basalplatte der Hydrotheca durchsetzt. Da, wie dies Schulze[2] bereits nachgewiesen hat, das Exoskelett durch Apposition von innen, genau so wie die Spongienfasern, in die Dicke wächst, bleibt die äußere Oberfläche in diesen Stadien wenigstens noch vollkommen unverändert, und das verschiedene Dickenwachsthum geht mit einer Verminderung des Lumens einher. Jene einschichtige Ektodermplatte, welche die Innenwand des Bechers überzieht, geht aus einer Abspaltung von dem Ektodermalepithel der Knospe hervor, mit dem sie einige Zeit durch einzelne langgestreckte Zellen in Verbindung bleibt. Die Spaltung beginnt in jugendlichen Knospen bereits vor Stadium *A* als kreisrunde Furche am Rande der Oralfläche und dringt gegen die Basis hinab vor, indem sich die Ektodermzellen theilen. An einzelnen Stellen jedoch tritt ein wirkliches Auseinanderweichen der Schichten nicht ein, so dass in der Knospe Verbindungsbrücken zu Stande kommen, deren Dicke und Anzahl mit zunehmender Ausbildung der Knospe abnimmt, bis endlich zur Zeit, wenn der Oraldeckel resorbirt wird, die beiden Zelllagen im oberen und mittleren Theile völlig getrennt erscheinen und nur an der Basis in einander übergehen. Diejenige Zellenplatte, welche der Hydrotheca anliegt, besteht, wie oben beschrieben, aus indifferenten Zellen, welche die Innenfläche des Bechers nicht berühren, sondern von ihr mehr oder weniger weit entfernt sind, und aus Chitindrüsenzellen, welche nichts Anderes sind als modificirte indifferente Zellen. Es ist nämlich anzunehmen, dass die Chitindrüsenzellen, nachdem sie eine Weile in Aktion waren, rückgebildet werden, und dass dann andere Zellen des Wandbeleges sich in Chitindrüsenzellen umbilden und sich mit der Hydrotheca in Verbindung setzen. Nur auf diese Weise kann in Anbetracht der großen Distanz der Chitindrüsenzellen von einander ein gleichmäßiges Dickenwachsthum des Bechers erzielt werden.

Obwohl die Chitindrüsen in allen Theilen des Wandbeleges der Knospe vorkommen, findet doch eine Chitinablagerung vornehmlich an der Basisfläche statt, indem die Zellen hier eine viel lebhaftere Thätigkeit entfalten. Dies geht daraus hervor, dass gerade hier, an der Bodenfläche, jene Hügel vorkommen, welche die Ansatzstellen der Drüsenzellen bezeichnen. Späterhin aber gleicht sich dies wieder aus, indem dann die oralen Drüsenzellen das, gegenüber den aboralen Versäumte, nachholen und so die Wanddicke schließlich durchaus ziemlich gleichartig wird (C). Diese Wachsthumsart erklärt eine Eigenthümlichkeit in der Gestalt vieler Becher. Es erscheint nämlich der orale Rand schief abgestutzt (Taf. XXVIII, Fig. 5; Taf. XXIX, Fig. 15 C_1, D'_1, D_2). Dies rührt daher, dass von der gegebenen Fläche, der Außenfläche aus, die Wand nach innen und oben zu wächst, und es ist somit jene, einem Stücke eines flachen Kegels ähnliche Partie der Außenfläche des Bechers nicht ein Theil der ursprünglichen Außenwand, sondern ist vielmehr die orale Endfläche aller Chitinablagerungen. In der That finden wir, dass die Schichtköpfe aller Chitinlagen hier zu Tage stehen.

---

[1] Ich verstehe unter »gleich alten« Nährthieren solche, die gleich weit von dem fortwachsenden Ende des Stockes abstehen. Ein anderes Kriterium als dieser Abstand lässt sich für das Alter nicht auffinden.

[2] F. E. Schulze, Über Cordylophora lacustris. p. 7.

Das weitere Wachsthum erfolgt nun, abgesehen von der lebhafteren (dickwandige Form), oder weniger lebhaften (dünnwandige Form) Chitinsekretion, auf zwei ganz verschiedene Arten. Es werden nämlich in dem einen Falle schiefe, bilateral-symmetrische, in dem anderen Falle reguläre Rotationskörper-ähnliche Hydrotheken erzeugt. Die schiefen Becher (D'_1, D'_2) sind keineswegs selten und dürften durchschnittlich 30% der Becher der Stöcke ausmachen. Während nun die dick- und die dünnwandige Form nicht mehr in einem Stocke zusammen vorkommen und somit bereits der Anfang einer Spaltung in zwei Arten in dieser Beziehung vorhanden ist, finden sich die schiefen Becher mit den regelmäßigen vereint in denselben Stöcken vor.

Die regelmäßigen Becher entstehen einfach durch fortgesetzte Arbeit der Chitindrüsen und es geht die Chitinablagerung auf die für jüngere Stadien oben beschriebene Art vor sich. Die Dicke, welche die Becher der zarten Form erreichen (D_2), kommt etwa jener gleich, welche die Becher der derben Form im Stadium C besitzen. Es ist bemerkenswerth, dass die Gestalt derselben in vielen Fällen jedoch eine ganz andere ist, sie erscheinen nämlich am oberen Rande etwas erweitert und somit mehr kelchförmig als die entschieden als becherförmig zu bezeichnende Jugendform (C_1, D_2). Ich habe keine Hafeneucopellen mit stärkeren Bechern, als die (D_2) abgebildeten, gefunden. Die größte Dicke besitzen die Becher in der Umgebung des Kanales, welcher den Becherraum mit dem Lumen des Stieles verbindet. Die Dicke der Gelenkkugel und der Wand des Hydrocaulus ist eine geringe und wird um das zwei- bis dreifache von dem Durchmesser der Wand der Hydrotheca übertroffen.

Die regulären Becher der derben Form unterscheiden sich abgesehen von der verschiedenen Mächtigkeit, welche im Becher auf das zwei- bis dreifache, im Hydrocaulus auf das vierfache der zarten Form steigt, auch noch durch die Gestalt von den Hydrotheken dieser letzteren. Zunächst erscheint der Kanal im Grunde des Bechers in der Mitte ausgebaucht (Taf. XXVIII, Fig. 5 D_1) und außerdem ist das Lumen des oberen Endes des Hydrocaulus (unter der Gelenkkugel) dadurch ausgezeichnet, dass es sich als ein kegelförmiger Hohlraum in Form eines schmalen Spaltes (D_1) nach oben und außen fortsetzt. Haben die regulären Becher diese Gestalt angenommen, dann beginnt der mit Chitindrüsenzellen durchsetzte Wandbeleg, der schon früher Lücken erkennen ließ, sich zurückzuziehen, und wir sind beim fertigen Nährthier (Taf. XXVIII, Fig. 5) angelangt.

Die schiefen Hydrotheken kommen in allen jenen Theilen des Stockes vor, die versteckt sind: an den Vereinigungsstellen der Laminarienthallome, oder an Stellen, wo durch äußere Ursachen bleibende Knickungen in den Thallomen verursacht worden waren. Hier werden die Becher auf die Weise schief, dass die, der offenen Seite zugekehrte Wand abgetragen wird, während die hintere Seite des Bechers an Höhe zunimmt. Der Polyp nimmt dann eine andere Stellung ein und neigt sich so, dass seine Achse stets annähernd senkrecht auf der Ebene steht, in welcher der Becherrand — eine Ellipse — liegt. Der Weichkörper des Polypen wird hierbei oft unregelmäßig gestaltet, und bildet der Magen variabele Vorwulstungen, die bei den regulären Polypen nicht beobachtet werden.

Dass die Hydrotheken erst in diesem Stadium schief zu werden beginnen, geht zur Genüge daraus hervor, dass sich dünnwandigere, schiefe Becher nicht finden und dass jene Becher, welche eine schwache Unregelmäßigkeit erkennen lassen, ihrer Dicke nach bereits über Stadium *C* hinaus sind. Der Vorgang bei der Abschrägung des Oralrandes ist dabei der, dass an der exponirten Seite diejenigen Zellen, welche gewöhnlich als Chitindrüsenzellen fungiren, ihre Thätigkeit umkehren und das bereits abgeschiedene Chitin abermals auflösen, während an der geschützten Seite des Bechers die Drüsenzellen ihre abscheidende Funktion über das gewöhnliche Maß hinaus fortsetzen, und so eine Erhöhung des Becherrandes eintritt. Da jedoch dieses letztere in nicht so ausgedehntem Maße geschieht, wie das Auflösen der exponirten Seite, so verkleinern sich die Becher beim Schiefwerden ein wenig.

Eine derartige Auflösung von Chitin ist bei Coelenteraten scheinbar weiter verbreitet, als man bisher angenommen hat, ich verweise diesbezüglich auf die Angabe WEISMANN's[1], dass einzelne Ektodermzellen des Coenenchyms der Hydrorhiza die Chitinwand derselben an jenen Stellen durch Auflösen entfernen, wo später Gonophoren hervorsprossen. Außerdem habe ich Ähnliches an den Hornfasern der australischen Aplysiniden[2] beobachtet und es ist interessant, dass auch dort einmal der Fall vorkommt, dass gewöhnliche Spongoblasten, die unseren Chitindrüsenzellen zu vergleichen sind, Chitin auflösen. Es tritt also in diesem, wie in unserem Falle, die interessante Erscheinung auf, dass dieselben Zellen, oder doch Zellen von übereinstimmendem Bau, einmal Chitin abscheiden und einmal resorbiren.

Was den feineren Bau der Chitinsubstanz anlangt, so ergiebt sich derselbe aus der obigen Darstellung und stimmt völlig mit den, für das Perisark von Cordylophora von SCHULZE[3] geschilderten Verhältnissen überein. Die halbweich abgeschiedenen Chitinmassen breiten sich nach der Oberfläche aus und so entstehen jene Schichten, welche die ausgezeichnete Streifung von Schnittflächen (Taf. XXVIII, Fig. 5) zur Folge haben. Wie oben erwähnt stehen die Schichten an der oberen Abstutzungsfläche zu Tage. Abgesehen hiervon treffen wir Schichtköpfe an dem Theile des Bechers an, wo die Resorption thätig gewesen war, an den niedersten Theilen der schiefen Becher. Die Substanz der Becher ist von jener des Perisark nicht verschieden.

Wenn wir die schiefen Becher betrachten, so muss es auffallen, dass sie ein Beispiel für die Entstehung bilateraler Thiere aus radialen sind, welches schöner nicht aufgefunden werden kann. Das der Außenwelt zugekehrte Organ, der Becher, wird derart beeinflusst, dass er eine entschieden bilaterale Gestalt annimmt, während das Thier, welches ihn bewohnt, noch radial ist. Dazu kommt noch, dass die Becher nur unter gewissen Umständen schief werden. Sie können schief werden, jedoch sie müssen nicht. Die Fähigkeit hierzu wird vererbt und kann eventuell latent bleiben. Ein vorgeschritteneres Stadium in der Ausbildung der Symmetrie lassen die Lafoëiden z. B. erkennen, bei denen die Bechergestalt stets eine bilateral symmetrische ist. Bei ihnen ist die Fähigkeit, regelmäßig radiale Becher zu bilden, die bei Eucopella noch vorhanden ist, längst verloren gegangen. Eine Ausbildung der bilateralen Symmetrie der Hydrotheken geht mit einer regelmäßigen Anordnung derselben Hand in Hand.

Einem noch höheren Stadium begegnen wir bei Aglaophenia und

---

[1] WEISMANN, Über den Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. Zool. Anzeiger. Nr. 61. p. 368.

[2] R. v. LENDENFELD, Neue Aplysinidae. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. p. 294.

[3] F. E. SCHULZE, Über Cordylophora lacustris. p. 8.

Plumularia, wo auch die Anordnung der Personen an den Fiederzweigen eine symmetrische wird.

In allen diesen Fällen bleiben die Nährthiere, welche immer das konservative Element vertreten, radiär, während das Exoskelett und auch die Wehrthiere bilateral werden. Es bildet also unsere Eucopella ein interessantes Zwischenglied zwischen den völlig radiären und den mit einem bilateral symmetrischen Skelett ausgestatteten Hydroidpolypen.

Die Hydrorhiza.

Die Hydrorhiza, von welcher die Stiele, sowohl der Nährthiere als auch der Gonophoren entspringen, ist kriechend. Sie überzieht als mehr oder minder feinmaschiges Netzwerk Laminarienthallome (Taf. XXVII, Fig. 3). Die Maschen des Netzes schwanken zwischen einem Durchmesser von 4—10 mm und sind rundlich polygonal, in seltenen Fällen langgestreckt. An den Vegetationsspitzen des Stockes finden sich noch keine Anastomosen, indem hier mehrere sich verzweigende Wurzelausläufer neben einander parallel fortwachsen. Weiter nach rückwärts beginnen die ersten Anastomosen. Es wird, wenn sich zwei Zweige berühren, das Perisark beider Theile von ihrem eigenen Ektoderm unter der Berührungsstelle aufgelöst, worauf die beiden Ektodermkuppeln verschmelzen. Der Durchbruch des so gebildeten Ektodermpfropfes scheint meist auf der Unterseite zu erfolgen und eben so das Entoderm mit Ausnahme einer einzigen Schicht nach oben gedrängt zu werden. Die beiden Zellmassen bilden dann zusammen die Anlage eines Nährthieres. Nicht alle Nährthiere entstehen auf diese Weise, denn nicht alle erheben sich von Anastomosirungspunkten. Es giebt auch Verwachsungsstellen der Hydrorhiza, von welchen keine Nährthierstiele entspringen, doch ist dieser Fall selten.

Das Perisark.

Das Perisark zeichnet sich in erster Linie durch seinen eigenthümlichen Querschnitt aus (Taf. XXIX, Fig. 10). Es besteht nämlich aus einer Röhre mit flächenhaft verbreiterter Unterseite. Die auf diese Weise geschaffene breite Basalfläche schmiegt sich an die Unterlage an, und auf diese Weise kommt die feste Verbindung zwischen Laminaria und Polypenstock zu Stande. Besondere Haftorgane fehlen durchaus und es muss der Wasserdruck als die Kraft angesehen werden, die die beiden Flächen an einander presst. Die Basalfläche des Perisark zeigt einen genauen Abdruck der Laminariaoberfläche. Da nun das Lumen der Hydrorhiza stets kreisrund ist, so ergiebt sich, dass die Chitinwand an dem unteren Theile der Seiten der Perisarkröhre viel mächtiger ist als an irgend einer anderen Stelle. Der dünnste Theil ist an der Unterseite. Die Dicke des Perisark nimmt mit dem Alter zu und vorzüglich gestaltet sich erst allmählich die Anfangs flache Röhre zu jener Bildung um, die wir in den älteren Theilen des Stockes antreffen. Dies wird, da auch die Hydrorhiza durch Apposition an der Innenfläche wächst, durch verschieden intensive Thätigkeit der Chitindrüsenzellen in verschiedenen Ektodermpartien des Coenosark bewirkt.

Die Schichtung im Perisark ist eine sehr deutliche und ist es besonders bemerkenswerth, dass die Schichten in der Gegend des größten Wanddurchmessers auch am dicksten sind.

In der Jugend besitzt das Perisark eine schwach gelbbraune Färbung, die mit dem Alter an Intensität zunimmt und schließlich in dunkelbraun übergeht. Die hierdurch bedingte Undurchsichtigkeit älterer Theile wird noch dadurch bedeutend vermehrt, dass sich zahlreiche Organismen an der Oberfläche ansiedeln. Abgesehen von röthlichen Kalkalgen und zahllosen Coconeis-artigen Diatomeen, werden die Wurzelausläufer häufig, wie bei anderen Hydroiden, von Acineten überwuchert. Die Acineten sind die schlimmsten Feinde unserer Eucopellastöckchen, denn sie führen stets nach einiger Zeit den Tod des Stöckchens herbei. Ich glaube zwar nicht, dass sie wahre Parasiten sind, möchte aber annehmen, dass sie alle vorbeikommende Nahrung aufgreifen und so dem Polypenstocke entziehen, der schließlich an Nahrungsmangel zu Grunde geht. Noch mehr als unser Thier wurde während meines hiesigen Aufenthaltes eine Sertularella von derselben Acinetenart heimgesucht. Obwohl dieser Polyp große Steine ganz bedeckt und in seichtem Wasser überaus häufig ist, ist es mir doch nicht gelungen in den letzten Monaten auch nur ein lebendes Exemplar zu erhalten. Die zahllosen Skelette, welche ich fand, waren alle leer und von den erwähnten Acineten überwuchert. Es ist eine große Podophrya, welche stets sechs Schwärmer zu erzeugen pflegt.

Das Coenosark.

Der weiche Achsenstrang der Hydrorhiza zeigt keine wesentlichen Eigenthümlichkeiten, er besteht aus einer äußeren Röhre, welche sich aus gewöhnlichen Deckzellen und aus Chitindrüsenzellen zusammensetzt, aus einer sehr schwach entwickelten Längsmuskellage, der Stützlamelle und dem Entoderm.

Das Ektoderm ist in verschiedenen Abschnitten des Stockes verschieden. An den Vegetationsspitzen besteht es aus hohen Cylinderzellen, zwischen denen sich vereinzelte Cnidoblasten der gewöhnlichen Form einschieben. Hier ist eine starke Cuticula an der Oberfläche wahrnehmbar, welche nach hinten zu in das Perisark überzugehen scheint. Durch die Erhöhung des ektodermalen Epithels wird das Ende des Coenosark stark verdickt, so dass eine kolbige Endanschwellung des Coenenchymstranges entsteht. Diese hat denselben Durchmesser wie das Perisarklumen und ist um das Zwei- bis Dreifache dicker als das übrige Coenenchym. Weiter nach hinten wird das Ektoderm allmählich niedriger und hier finden sich auch nie mehr Nesselkapseln. Ein besonderes Interesse nehmen die als »Haftzipfel« bekannten Gebilde in Anspruch; es sind einzelne oder mehrere neben einander stehende, cylindrische Zellen, welche sich an das Perisark anheften. Solche Zellen sind entweder sehr lang und verbinden die Stützlamelle mit dem Perisark, oder aber sie sind kürzer und erreichen die Stützlamelle nicht mehr. Die ersteren finden sich den Vegetationsspitzen zunächst, während die letztere Art in älteren Theilen vorwiegt (Taf. XXX, Fig. 20 *D*). Ich habe öfters an den Zellen in der Nähe des Perisark eine feine Streifung wahrgenommen und deute dieselbe als einen Ausdruck für die Bahnen, welche das Chitin bei seiner Abscheidung durchläuft. Die Kerne dieser Zellen liegen stets an dem der Stützlamelle zugekehrten Ende derselben in einer Anhäufung körnigen Plasmas. Die große Ähnlichkeit dieser Elemente mit den Chitindrüsenzellen an der Hydrotheca ist sehr auffallend. Die Streifung ist zwar hier nicht so intensiv wie dort, es erklärt sich dies jedoch leicht daraus, dass das Perisark viel langsamer wächst als die Hydrotheca und überhaupt nie eine solche Mächtigkeit erreicht, so dass wohl auch die Perisark-bildenden Zellen weniger lebhaft Chitin produciren dürften als die Drüsenzellen am Becher, und dass sie desshalb auch nicht so einseitig differenzirt sein können.

Wir verdanken besonders Weismann[1] sehr interessante Beobachtungen über diese Haftzipfel, wonach sie pseudopodienartig willkürlich entstehen und willkürlich eingezogen werden können. Ich kann diese Angaben für die Hydrorhiza von Eucopella vollkommen bestätigen. Die Haftzipfel entstehen dadurch, dass sich einzelne Zellen des Coenenchymektoderms gerade so wie einzelne indifferente Elemente des Becherwandbeleges in Chitindrüsenzellen, oder in indifferentere Haftzellen, oder in Chitinresorptionszellen umwandeln und an das Perisark herantreten und sich damit in Verbindung setzen. Hierbei kommen zwei Fälle vor, entweder dehnt sich die eine Zelle, oder aber die sich umwandelnde Zelle wird durch Seitendruck emporgehoben, wodurch die beiden oben angeführten Arten der Haftzipfelzellen zu Stande kommen.

---

[1] Weismann, Beobachtungen an Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 75. p. 63 bis 64.

Eben so können sich die Zipfelzellen wieder in gewöhnliche Deckzellen zurückbilden, wobei sie vom Perisark losbrechen und bis zum Niveau des umliegenden Epithels herabsinken. Es ist selbstverständlich, dass die Streifung hierbei verloren geht.

Die übrigen Ektodermepithelzellen sind plattenförmig, scheinen jedoch nicht bloß die anderwärts vorkommenden Plasmanetze zu enthalten, sondern sind ganz von Plasma erfüllt. Nur in den ältesten Partien finden sich große Vacuolen, welche schließlich nur dünne Plasmastränge zwischen sich übrig lassen. Der Kern ist in vielen Fällen abgeplattet, nimmt jedoch jedes Mal die Kugelgestalt an, wenn sich die Zelle verlängert.

Ich habe oben erwähnt, dass der Stützlamelle längslaufende Muskelfasern anliegen. Diese Beobachtung ist ebenfalls nur eine Bestätigung der Weismann'schen[1] Entdeckung. Da die Stützlamelle überaus zart ist und der Isolirung große technische Schwierigkeiten im Wege stehen, ist es nicht möglich mit Sicherheit festzustellen, ob die Muskelschicht dem Ektoderm oder dem Entoderm angehört. Am Querschnitt (Taf. XXIX, Fig. 10) erkennt man zwischen der äußeren und inneren Zelllage einen Ring glänzender Punkte, die Querschnitte der Fibrillen; es ist jedoch nicht möglich den Ort der Stützlamelle zu bestimmen. Auch Weismann (l. c.) sagt nicht, welchem Blatte die Coenosarkmuskeln angehören, setzt jedoch wohl als selbstverständlich voraus, dass sie ektodermal seien, indem er sie als Fortsetzung der ektodermalen Hydranthenmuskulatur hinstellt.

Ich schließe mich dieser Anschauung gern an, glaube aber hervorheben zu sollen, dass gerade im Hydrocaulus die Coenosarkmuskeln bei Eucopella fehlen und somit von einer direkten Fortsetzung der Hydranthenmuskeln nach abwärts nicht die Rede sein kann. Auch ist es durch die Beobachtung nicht gelungen, die theoretisch vielleicht anzunehmende ektodermale Natur dieser Muskeln wirklich zu erkennen und, es steht überdies mit unseren Anschauungen nicht ganz im Einklange, für pulsirende Bewegungen des Gastrovascularraumes ektodermale Muskeln in Anspruch zu nehmen.

Eben so wenig kann ich entscheiden, ob wir es mit Epithel- oder Subepithelmuskeln zu thun haben.

Die zarte Stützlamelle ist kaum erkennbar, unter derselben befindet sich die vom Entoderm gebildete einschichtige Röhre. Die Entodermzellen sind durchschnittlich eben so hoch als breit und platten sich gegenseitig ab, so dass ihre Oberflächen polygonal werden. Jede trägt eine schwingende Cilie. Der Inhalt besteht aus körnigem Plasma, welches vornehmlich am freien Ende stark lichtbrechende Körnchen enthält; hier befindet sich auch der kugelige Kern. Außerdem kommen einzelne mit braunen Pigmentkrümeln ganz erfüllte Zellen vor, die wohl dieselbe Funktion verrichten dürften, wie die entsprechenden Elemente des Nährthierentoderms.

---

[1] Weismann, Beobachtungen an Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 75. p. 62 bis 63.

Das Coenosarkentoderm der Hydrorhiza ist der Ort, wo sich die Eizellen entwickeln. Wir kommen auf diese wichtigsten Zellen des Coenosark unten ausführlich zurück.

Der Hydrocaulus weicht in seinem feineren Baue nur in so weit von der Hydrorhiza ab, als an ihm keine Längsmuskeln nachweisbar sind. An der Ursprungsstelle ist das Perisark etwas eingeschnürt, im Übrigen cylindrisch. Es participirt in der oben angeführten Weise an den Schwankungen der Becherdicke. Eizellen kommen im Hydrocaulus nicht vor.

Der Gonophor.

Der Gonophor besteht aus dem Blastostyl einer Person, die als Amme der geschlechtlichen Medusengeneration anzusehen ist, aus der von der Amme abgeschiedenen Gonotheca und endlich aus den jeweilig im Gonophor vorhandenen Medusenknospen. Wir werden mit der Besprechung der Amme beginnen.

Der Blastostyl.

Unter Blastostyl versteht Allman[1] eine Person, die aus einem Nährthiere hervorgegangen ist, welches aufgehört hat als solches zu fungiren und nur mehr die Amme darstellt, an welcher die Genitalprodukte oder die Medusen knospen. Die Differenzirung, welche vom Blastostyl erreicht wird, ist nicht allein dem Grade, sondern auch der Art nach bei verschiedenen Species verschieden.

Man kann alle Blastostylformen nach zwei Divergenzlinien ordnen, deren Endglieder sehr verschieden sind. In dem einen Falle nämlich sinkt der Blastostyl zu einem hohlen Kegel herab, an dessen Oberfläche die Knospung vor sich geht. In dem anderen Falle besteht er aus mehreren, der Gonotheca anliegenden Röhren, die oben in einen platten Hohlraum münden. Die Knospen finden sich stets zwischen den Röhren und unter dem oralen Hohlraum. Dieser seltene Fall wird in verschiedenen Graden der Ausbildung angetroffen und wurde von Agassiz[2] bei Clythia poterium und von Allman[1] bei Laomedea repens beobachtet. Auch Eucopella gehört in diese Kategorie, denn auch die Blastostyle dieser Hydroiden (Taf. XXX, Fig. 19, 18) bestehen aus getrennten Röhren, die oben in einen platten Hohlraum münden und zwischen denen sich die Medusenknospen finden.

---

[1] Allman, Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 33.

[2] Agassiz, Contributions to Nat. hist. of the U. S. Bd. IV. p. 297.

Die Gonotheca.

Die Ammenkapsel oder das Gonangium, wie Allman sie nennt, ist abgeplattet, keulenförmig und besteht aus koncentrisch geschichtetem Chitin. Sie sitzt auf einem kurzen cylindrischen Stiele (Taf. XXVII, Fig. 1), der einen kreisförmigen Querschnitt und überall dieselbe Wanddicke hat. Die Gonotheca selbst hat einen ovalen Querschnitt (Taf. XXX, Fig. 18); gegen den Stiel zu nähert sich der Querschnitt der Kreisform, während er oralwärts immer stärker zusammengedrückt erscheint. Die flach-keulenförmige Gestalt ist nicht regelmäßig und finden sich schwankende Vorwulstungen und Einschnürungen an der Gonotheca. Gewöhnlich findet sich eine schwache Einschnürung in der Mitte (Taf. XXX, Fig. 19). Die orale Fläche ist ein hyperbolisches Paraboloid. Am Längsschnitt nach dem größten Querdurchmesser des Gonophor erscheint dieselbe konvex (Taf. XXX, Fig. 19), an einem Längsschnitte nach dem kleinen Querdurchmesser jedoch konkav. Die Ausbildung dieser sattelförmigen Gestalt ist zwar nicht immer gleich weit gediehen, jedoch stets nachweisbar.

Die Chitinhülle ist keineswegs überall gleich mächtig, im Gegentheil ist sie an verschiedenen Stellen von wechselnder Dicke. Am Querschnitt erkennen wir, dass die Gonotheca an den beiden Enden der Ellipse bedeutend mächtiger ist als in der Mitte. In der That bilden diese beiden verdickten Theile Stützleisten, zwischen denen dünnere Chitinplatten ausgespannt sind. Noch viel dünner als die flachen Seiten ist indess die Oralfläche (Taf. XXX, Fig. 19). Hier ist das Chitin nur an ausmacerirten Gonophoren leicht zu erkennen und ähnelt mehr einer Cuticula als einem Chitinpanzer. Dieser Eindruck wird besonders dadurch hervorgerufen, dass das Ektoderm der Oralfläche des Blastostyl der Kapselwand dicht anliegt und überdies sich zahlreiche Nesselkapseln in demselben finden.

Der Weichkörper.

Durch eine doppelschichtige Röhre tritt die Amme in Verbindung mit dem Coenosark. Sie mündet, ähnlich wie das Coenosark des

---

[1] Allman, Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 48, Fig. 20, p. 49.

Hydrocaulus, mit einer trompetenförmigen Erweiterung in das Coenosarkrohr (Taf. XXX, Fig. 19). An jener Stelle, wo der Stiel in die Gonotheca übergeht, theilt sich diese Röhre in vier Äste. Dieselben liegen in ihrem unteren Theile der Kapsel dicht an, weiter nach oben hin entfernt sich jedoch jenes Paar, welches in die lange Achse des elliptischen Querschnittes zu liegen kommt, ziemlich weit von der Gonotheca (Taf. XXX, Fig. 18), während das andere Paar wandständig bleibt. Am oberen Ende münden die in einem Kreise stehenden Röhren in einen großen Hohlraum, welcher das ganze orale Ende des Gonophors einnimmt. Demgemäß münden, da auch dieser Hohlraum elliptisch ist, zwei Kanäle in den Rand und das andere Paar (Taf. XXX, Fig. 19) in den Boden des Hohlraumes ein.

Von einem Kanale jenes Paares, welches in der langen Querschnittachse liegt, entspringen nun, auf dessen Innenseite, die Medusenknospen, die ihrerseits eine dünne Chitinhülle erhalten und so in sich abgeschlossen werden. Die Knospen füllen den Raum zwischen den Kanälen mehr oder minder aus. Nach dem Austritte einer Meduse findet sich, ehe die nächste heranwächst, stets ein leerer Raum im oralen Theile des Gonophors, dicht unter dem endständigen Hohlraum des Blastostyl. Von den vier Kanälen gehen Stränge ab, welche dieselben mit der Gonotheca sowohl als auch mit den zarten Chitinkapseln der Knospen und unter einander verbinden (Taf. XXX, Fig. 18, 19, 20 *B*). Die Enden dieser Stränge verbreitern sich und sind stellenweise durch Zellenplatten mit einander verbunden, die besonders an jungen Knospen so wie im oberen Theile der inneren Gonothecafläche zu kontinuirlichen Gewebeplatten werden, welche an jenen Stellen dem Wandbeleg der Hydrotheken vergleichbar, dem Chitin anliegen. Der äußere Wandbeleg der Knospen dürfte jenem Gebilde zu vergleichen sein, welches Allman[1] »Gubernaculum« genannt hat. Der Wandbeleg der Gonotheca geht in das Ektoderm über, welches den oralen Hohlraum umkleidet.

Mit Ausnahme der Auskleidung der Röhren und des oralen Hohlraumes besteht die ganze Amme aus Ektoderm. Dasselbe weicht in den basalen und mittleren Partien nicht erheblich vom Ektoderm der Hydrorhiza ab. Die Deckzellen sind platte, wie es scheint geißellose von Plasmanetzen durchzogene Elemente. Sie verwandeln sich an vielen Stellen in Chitin-, Drüsen- oder Resorptionszellen und nehmen dabei entweder die Gestalt eines hohen Cylinders, dessen centrifugales Ende trompetenförmig verbreitert ist, an, oder sie verlassen die Stützlamelle und keilen sich dann zwischen den anstoßenden Ektodermzellen aus.

---

[1] Allman, Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 47.

In allen Fällen ist das distale Ende durch jene Streifen ausgezeichnet, welche, wie wir oben gesehen, die Chitin-, Drüsen- und Resorptionszellen charakterisiren. Die Gewebebrücken bestehen meist aus einfachen Reihen in die Länge gezogener Zellen von schwankender Gestalt (Taf. XXX, Fig. 20 *B*). Sie sind stets plasmaerfüllt und scheinen zum Nahrungstransporte von den vier Kanälen nach der Gonotheca hin, oder zur Befestigung der Kanäle, oder zu beiden Zwecken zugleich zu dienen. Der Wandbeleg im oralen Theile der Gonotheca (Taf. XXX, Fig. 18 *d'*) besteht aus Chitinzellen (so will ich die Drüsen- und Resorptionszellen nennen) und indifferenten Ektodermzellen. Die letzteren stehen im basalen Theile des Wandbeleges weit von der Gonotheca ab. Je mehr wir uns jedoch dem oralen Ende nähern, um so schmäler wird der Raum zwischen Wandbeleg und Gonotheca, bis endlich im obersten Theile alle Zellen des Wandbeleges sich mit der Chitinkapsel in Verbindung setzen. Das Ektodermalepithel der Oralfläche des Blastostyl enthält zahlreiche Cnidoblasten mit Nesselkapseln der gewöhnlichen Art. Diese Nesselzellen entbehren eben so wie die der Coenosarkvegetationsspitzen eines Cnidocils, indem in beiden Fällen die Cuticula ununterbrochen und glatt über dieselben hinwegzieht. Es finden sich hier auch keine Chitinzellen, was wohl mit der schwachen Ausbildung der Chitinhülle an dieser Stelle in Zusammenhang steht. Dieses Epithel bildet zugleich die ektodermale Bekleidung der oberen Seite des flachen, oralen Hohlraumes des Blastostyl. Das Ektoderm der Unterseite desselben geht einerseits in den Wandbeleg der Gonotheca über und andererseits bildet es einen Theil des Gubernaculum der ältesten Knospe. Hat sich erst vor Kurzem eine Meduse losgelöst, so wird der entstehende Raum von zahlreichen Fäden durchzogen, welche von dieser Ektodermfläche hervorwachsen und die Verbindung mit den übrigen Ektodermpartien der Umgebung herstellen. Die größer werdende Knospe füllt allmählich den ganzen Raum aus, bis sie endlich an die Unterseite des Blastostyl-Gastralraumes gelangt. In diesem Theile des Ektoderms kommen Cnidoblasten nicht vor.

Die Stützlamelle ist in allen Theilen sehr zart, derselben liegen Muskelfibrillen an. Diese finden sich sowohl in der Wand des Blastostyl-Gastralraumes als auch in der Stützlamelle der Kanäle. Im Gastralraum verlaufen die Muskeln radial und setzen sich direkt in die kontraktilen Elemente der Kanäle fort, welche längslaufende Fasern sind (Taf. XXX, Fig. 18). Im Stiel sind eben so wenig wie im Hydrocaulus des Nährthieres Muskelfasern nachweisbar. Ich konnte hier eben so wenig wie für das Coenosark entscheiden, ob wir es mit entodermalen oder ektodermalen Elementen zu thun haben.

Das Entoderm, welches sich ohne Gestaltveränderung seiner Elemente in die Auskleidung des Coenosark fortsetzt, zeigt überall dieselben dunklen, körnchenreichen Zellen mit oberflächlich gelagertem Kern und langer Geißel. Subepithelial finden sich in allen Theilen des Entoderms weiblicher Gonophoren junge, auf der Wanderung begriffene Eizellen.

Dort, wo die Medusen knospen, gehen sowohl Ektoderm als Entoderm kontinuirlich vom Blastostylkanal in die Knospe über. Weismann[1] hat die interessante Beobachtung gemacht, dass der Gastralraum des Blastostyl von Coryne pusilla rhythmische Kontraktionen ausführt und somit pulsirt. Gleiches habe ich an dem Gastralraum des Blastostyl unserer Eucopella beobachtet. Es fungirt hier der große flache orale Hohlraum, in welchen die vier Kanäle münden, geradezu als Herz, indem durch Zusammenziehung und Erschlaffung der in der Wand derselben liegenden Muskeln eine rhythmische Verengerung und Erweiterung dieses Hohlraumes bewirkt wird. Die Volumveränderungen der großen Leibeshöhle verursachen in den vier engen Kanälen, welche den Hohlraum mit dem gemeinsamen Gastrovasculararraum des Stockes verbinden, sehr heftige Strömungen, die selbst dann sehr deutlich erkennbar bleiben, wenn die Bewegungen des Gastralraumes selbst nicht mehr als solche, sondern nur durch Vergleichung genauer nach einander angefertigter Zeichnungen nachweisbar sind.

Nicht allein bei jener geringen Zahl von Hydroidpolypen, deren Blastostyle verzweigt sind, sondern auch bei vielen von jenen, deren Blastostyl-Gastralraum ungespalten bleibt, finden wir eine Erweiterung des oralen Endes desselben vor. Allman[2] sagt, dass bei Campanulariden und Sertularien der Blastostyl »generally expanded at its summit into a conical plug or disc« ist. Ich kann hinzufügen, dass in den von mir genauer beobachteten Fällen eines Halecium und einer Gonothyrea diese orale Erweiterung hohl war und an Schnitten Muskeln an der Stützlamelle erkennen ließ.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieser so häufigen terminalen Erweiterung des Blastostyl in der That die Bedeutung eines Herzens[3] zukommt, welches die Cirkulation in jenem Theile des Stockes fördert, wo am meisten Material verbraucht wird: an der Bildungs- oder Reifungsstätte der Geschlechtsprodukte.

---

[1] Weismann, Beobachtungen an Hydroidpolypen. Zool. Anzeiger. Nr. 75. p. 61.

[2] Allman, Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 47.

[3] Ob hier der Ausdruck »Herz« gerechtfertigt ist, scheint keineswegs sicher. Da bei höheren Thieren der Hohlraum, in welchem Blut cirkulirt, coelomatisch ist, kann eine von gewöhnlichem Entoderm ausgekleidete Höhle, in der aufgelöste Nahrung ohne eingestreute, dem Thiere zugehörige Zellen, cirkulirt, damit nur entfernt verglichen werden. Ich habe diesen Ausdruck der Kürze und Einfachheit wegen angewendet.

Betrachten wir die Homologien der gespaltenen Blastostyle, so kommen wir zu dem Schlusse, dass gerade sie die Personen sind, welche den Übergang vom Nährthier zur Meduse vermitteln. In der That gleicht der Blastostyl einer Meduse so außerordentlich, dass wir kaum anstehen werden, ihn für eine medusenähnliche festsitzende Hydroidenperson zu erklären. Wir brauchen uns bloß vorzustellen, dass die orale und aborale Wand des pulsirenden Gastralraumes mit einander in der Mitte verwachsen seien, und dass dann die central solide Scheibe durchbrochen würde, um eine Meduse vor uns zu haben. Der periphere Theil des Gastralraumes wird zum Ringkanal, aus welchem vier Radialkanäle entspringen, welche in Kreuzachsen liegen und am aboralen Pole sich vereinigen. An ihrer ventralen Seite (nach innen zu) knospen nun erst diejenigen Personen, welche zu Austrägern der Genitalprodukte bestimmt sind.

Würden wir dem Blastostyl einen medusoiden Charakter vindiciren, so hätten wir es mit einem Blastochem, im Sinne Allman's, zu thun und müssten die frei werdenden, an den Radialkanälen des Blastochem knospenden Medusen als »Sporosacs« ansehen[1].

Vergleichen wir nun den mit vier Radialkanälen versehenen Blastostyl von Eucopella mit dem von Laomedea, welcher mehr Kanäle besitzt, so werden wir erkennen, dass Laomedea das phylogenetisch ältere Stadium repräsentirt, in welchem zahlreiche unregelmäßig vertheilte Kanäle vorkommen, und dass sich Eucopella in so fern höher differenzirt hat, als die Zahl und Anordnung der Kanäle eine definitive und regelmäßige wurde.

Als ein zweiter Punkt von Interesse ist die Thatsache anzusehen, dass bei Laomedea der Genitalträger an dem Reste desjenigen centralen Theiles des Blastostyl knospt, welchen wir mit dem Magenrohr der Medusen zu vergleichen haben, während bei Eucopella, zugleich mit dem gänzlichen Schwinden dieses centralen Magenrohres, die Genitalträgererzeugung auf die Radialkanäle übertritt. Wir haben es also im ersten Falle mit Gastral-, im zweiten mit Kanalgonaden zu thun.

Die Medusenknospen legen sich als Wucherungen des Ektoderms an einzelnen Partien der ventralen Kanalseite an. Solche Wucherungen finden sich zwar an der Basis aller vier Radialkanäle des Eucopellablastostyl vor, allein es kommen nur an einem Radialkanale diese Anlagen zur Entwicklung, während sie an den anderen bei zunehmendem Alter des Gonophor wieder schwinden.

---

[1] Die Allman'sche Theorie hat, abgesehen von anderen Einwendungen, desshalb nur bedingte Bedeutung in unserem Falle, weil der Sporosac keineswegs das »ultimatly generativ zooid« ist, da eben die Eier im Coenosark entstehen und in die Meduse einwandern.

Die große Differenz zwischen Meduse und Polyp besteht in erster Linie in der Ausbildung bestimmter Orientirungsachsen und der Radialkanäle bei den freien Geschlechtsthieren, welche Eigenschaften dem indifferenteren Nährthier immer fehlen. Hier nun, in diesem blastochemartigen Blastostyl haben wir eine ausgezeichnete Übergangsform, welche um so interessanter wird, weil sie in zwei Stadien auftritt, jenem mit verschieden vielen Radialkanälen ohne Kreuzachsen (Laomedea) und jenem mit vier Radialkanälen, welche in den Kreuzachsen liegen (Eucopella).

Die Entwicklung des Blastostyl geht auf die Weise vor sich, dass an irgend einer Stelle der Oberseite des Coenosark der Hydrorhiza Chitinresorptionszellen gebildet werden, welche das Perisark eines kreisrunden Bezirkes auflösen, und dass dann von hier aus die Knospe in die Höhe wächst. Die aus cylindrischen Ektodermzellen bestehende Zellenmasse, welche das Perisark auflöst, erhebt sich, sobald die Bahn frei ist, kuppelförmig und gleicht zunächst vollkommen jenem Ektoderm, welches wir an den Vegetationsspitzen der Hydrorhiza antreffen. Um diese Zeit begegnen wir an dieser Stelle auch den ersten Cnidoblasten. Die Umhüllung der Blastostylknospe ist vorn eine zarte Cuticula und an den Seiten das Perisark des Stieles des künftigen Gonophors. Oben steht das ganze Ektoderm in direktem Zusammenhange mit dem Perisark, während es sich an der Basis schon von demselben zu entfernen beginnt und hier nur noch mittels der gewöhnlichen Chitinzellen mit der Kapselwand zusammenhängt.

Erst wenn das Ektoderm seine erste Aufgabe, das Perisark der Hydrorhiza zu durchbrechen, erfüllt hat und die Gonophorknospe äußerlich sichtbar wird, beginnt auch das Entoderm an der Bildung der Knospe Theil zu nehmen. Das Entoderm wächst also erst in die fertige Anlage hinein. Es ist stets einschichtig und der Gastralraum des jungen Blastostyl entsteht dadurch, dass auf die gewöhnliche Weise eine Ausstülpung eines Theiles der inneren Wand des Coenosarkrohres in die Knospe hinein stattfindet. Es erscheint dies in so fern bemerkenswerth, als die Hohlräume der Knospe, welche zwischen Ektodermlagen sich befinden, stets durch Spaltung entstehen.

Während nun das obere Ende der langgezogenen Knospe sich kolbig verdickt, spaltet sich das nach aufwärts durch den Stiel fortwachsende

Entodermrohr in die vier Radialkanäle, welche sich nun sehr rasch verlängern. Das Ektoderm schmiegt sich überall dem Entoderm an und es beginnen Lücken im Ektoderm aufzutreten. Gerade so, wie durch allzurasche Größenzunahme von Zellen das Plasma nur mehr als ein Netzwerk den Zellraum durchzieht, dessen Fäden die Plasmahülle des Kerns mit dem Plasmabeleg der Wandung verbinden, gerade so wird hier das ektodermale Gewebe durch allzurasche Vergrößerung des von demselben einzunehmenden Raumes zerrissen und schließlich in dünne Fäden ausgezogen, welche die Ektodermlage an den Radialkanälen mit jener in Verbindung setzt, die Anfangs noch kontinuirlich die Innenwand der Gonotheca überkleidet.

Ich habe dem Verhalten der Entodermlamelle ein besonderes Augenmerk geschenkt und kann hierüber Folgendes mittheilen. In dem ausgebildeten Gonophor findet sich keine Spur einer Entodermlamelle in den basalen Theilen vor, wohl aber lässt sich eine solche am oralen Ende zuweilen erkennen, dort, wo das Ektoderm ununterbrochen ist und sich die beiden Platten desselben, welche einerseits der Chitinhülle der ältesten Knospe (Taf. XXX, Fig. 18 *d*) und andererseits der Gonotheca anliegen, zu einer doppelschichtigen Gewebelage an einander fügen. Hier findet man zuweilen Spuren einer Entodermlamelle in Form einzelner, recht flacher Zellen, welche mit dem Gastralraum des Blastostyl wohl in Zusammenhang stehen dürften.

An sehr jungen Knospen, in welchen die Radialkanäle als vier Vorwulstungen am Rande des kolbig erweiterten Endes des Entodermsackes auftreten, und in welchen ein centraler Entodermhügel als Anlage des später rückgebildeten Magenrohres erkannt werden kann, finden wir zwischen den Radialkanälen eine deutliche Entodermlamelle vor. Hier entsteht dieselbe durch partielle Verödung. Es vergrößert sich die centrale Ektodermkugel nämlich besonders nach vier Seiten hin in der Richtung nach außen und unten, und auf diese Weise entstehen die Unebenheiten des Anfangs ziemlich flachen Endes des Entodermsackes, welche die erste Anlage der Kanäle und des Magenrohres darstellen; eben so werden auch zwischen den Radialkanälen in den Interradien von einander Anfangs weit abstehende und in einer Fläche liegende Entodermpartien an einander gepresst und schließlich in eine Entodermlamelle verwandelt. Da jedoch diese Vorgänge mit der allmählichen Vergrößerung der Knospe Hand in Hand gehen, kommt es nie zur Bildung eines becherförmigen Stadiums im Entoderm, und schließt sich der Vorgang vielmehr an die von F. E. Schulze[1] für Sarsia beschriebenen Verhältnisse an.

---

[1] F. E. Schulze, Syncoryne Sarsii etc. p. 27 ff.

Späterhin kommt es jedoch nicht mehr zur Bildung einer Entodermlamelle, indem bereits Lücken zwischen den Radialkanälen auftreten und die Kanäle weder durch Ektoderm- noch durch Entodermplatten mit einander in Verbindung stehen, ehe noch der Gonophor auch nur seine halbe Größe erreicht hat. Dann geschieht das Wachsthum der Radialkanäle nicht mehr passiv durch Verlöthung der Zwischenpartien, sondern aktiv durch Weiterwachsen des Entodermschlauches. Dieses Wachsthum erfordert auch nicht ein Vorhandensein einer Entodermlamelle an der entsprechenden Stelle.

Sobald der Gonophor annähernd seine volle Größe erreicht hat, erweitern sich die distalen Enden der Radialkanäle und zwar hauptsächlich lateral. An Querschnitten erkennt man, dass einzelne Zellen des Entoderms die Innenfläche des Kanales nicht erreichen, sondern sich zwischen den anderen auskeilen. Auf diese Weise wird die seitliche Wand des Radialkanalendes mehrschichtig. Ich bin geneigt anzunehmen, dass diese Zellen zunächst eine Art Entodermlamelle herstellen, indem sie in das Ektoderm, oder besser zwischen die Schichten desselben einwandern, und dass erst, nachdem diese Vorhutzellen vorangegangen sind, der Kanal in dieser Richtung hin auswächst und sich mit dem Nachbarkanal in Verbindung setzt. Da jedoch hier keine dicke Stützlamelle oder Gallertplatte ausgebildet ist und die Zellen alle sehr unregelmäßige und schwankende Gestalten haben, lässt sich dies nicht mit wünschenswerther Sicherheit erkennen. Sehr bemerkenswerth ist es, dass die Kanäle zuerst seitlich verwachsen und es somit ein Stadium mit einem Ringkanal giebt, der erst später sich in den platten oralen Gastralraum umwandelt. Dass derselbe in der That mit dem Ringkanal der craspedoten Medusen zu vergleichen ist, wie ich dies oben gethan habe, wird, glaube ich, durch seine Entstehungsgeschichte erwiesen.

Die Medusenknospen.

Noch bevor der Blastostyl seine volle Größe erreicht hat, treten an einzelnen Stellen der ventralen Seite der Radialkanäle, sehr nahe dem Ursprung derselben, kleine Ektodermverdickungen auf. Solche finden wir an allen vier Kanälen, es kommen jedoch stets nur solche eines einzigen Kanales zur Ausbildung. Dieser produktive Kanal ist stets einer von jenen beiden, welche in der Längsachse des elliptischen Querschnittes liegen.

Die Entodermmasse, welche bald mehrschichtig wird, erhebt sich als kugelförmige Vorwulstung über die Kanaloberfläche und erhält zunächst von außen her eine zarte Chitinkapsel (Taf. XXX, Fig. 20), mit welcher die Knospe selbst nie in Zusammenhang zu stehen scheint, und welche von jenen Ektodermzellen gebildet wird, welche den äußeren Belag des mit einer doppelten Ektodermschicht versehenen Radialkanales an der betreffenden Stelle zusammensetzen. Nach einiger Zeit beginnt auch das Entoderm an der Knospungsstelle in die noch solide Masse von Ektodermzellen hineinzuwachsen. Auch hier haben wir es mit einer Einstülpung zu thun. Das Anfangs einfache Entodermrohr wird bald becherförmig (Taf. XXX, Fig. 20 *K*), indem das distale Ende des Ektoderms der Knospe rasch sich vergrößert und zu einer kugeligen Masse wird, die unten und seitlich von einem doppelwandigen Entodermbecher umhüllt wird. Während sich nun die Knospe vergrößert, werden vier in den Interradien gelegene Partien des klaffenden Entodermbechers durch den Ektodermdruck von innen her verdünnt und wandeln sich in eine Entodermlamelle um. Die Kanäle, die auf diese Art passiv angelegt worden sind, wachsen nun zugleich mit den übrigen Theilen der Knospe, und eben so wächst die Entodermlamelle, gegen das orale Ende hin. Es entsteht somit wohl die Anlage der Radialkanäle durch partielle Verödung und Verdünnung von Entodermpartien, das weitere Wachsthum jedoch hat mit einer solchen Rückbildung des Entoderms nichts zu thun: es wird vielmehr in allen späteren Stadien die Entodermlamelle einschichtig angelegt, wie sie auch persistirt. Erst, nachdem die Knospe eine bedeutendere Größe erreicht hat (Taf. XXVII, Fig. 1), beginnen die Radialkanäle seitliche Äste zu treiben, welche sich zwischen die gleichzeitig wachsenden Geschlechtsprodukte einschieben. Diese Äste erreichen besonders in den männlichen Knospen (Taf. XXXI, Fig. 24) eine bedeutende Länge, sie anastomosiren jedoch in keinem Falle. Alle tangentialen Astkanäle legen sich in der Entodermlamelle an. Das Ringgefäß tritt sehr spät auf, ich habe dasselbe an Knospen nur äußerst selten gesehen, woraus geschlossen werden kann, dass die Knospen sich kurze Zeit nach Erlangung des Ringkanales, mit welchem zugleich die Gehörbläschen angelegt werden, ablösen und als fertige Medusen davonschwimmen. Selbst in den frühesten Stadien lässt sich eine Andeutung eines Magenstieles nur undeutlich erkennen.

Die Ähnlichkeit, welche das Kanalsystem mit dem anderer, festsitzender und nicht medusoider Sporosacs durch die Art seiner Verzweigung erlangt, wird noch dadurch bedeutend erhöht, dass das Entoderm der Kanäle und aller Äste, mit Ausnahme des Ringkanales, aus Zellen besteht, die von braunen Pigmentkrümeln völlig erfüllt sind (Taf. XXVII, Fig. 1). Diese Pigmentmassen gleichen denen, die in dem Entoderm der Nährthiere vorkommen, durchaus und glaube ich dieselben ebenfalls als Exkretionsstoffe deuten zu sollen. Die Masse der Exkretionsstoffe richtet sich natürlich nach der Lebhaftigkeit des Stoffwechsels und es wird desshalb nicht Wunder nehmen, wenn gerade in den Radialkanälen der lebhaft wachsenden Medusenknospen sich solche Stoffe anhäufen. Wir kommen unten, bei Besprechung der Genitalprodukte auf die histologischen Details zurück.

Das Ektoderm, welches anfänglich die Hauptrolle bei der Entwicklung der Knospe spielte, ist späterhin nicht mehr so aktiv. Während die äußere Umhüllung sich einfach vergrößert und stets als einfache Schicht die Außenseite der Entodermlamelle und der Kanäle bekleidet, treten in der centralen Ektodermkugel, welche an der oralen Abgrenzung der Knospe Theil nimmt, Lücken auf, die sich alsbald vergrößern, und die bald den ganzen Innenraum der Knospe mit Ausnahme dünner Zellfäden, welche ihn durchsetzen (Taf. XXX, Fig. 20 *K'*), erfüllen. Auch diese Brücken schwinden bald und wir haben dann einen Hohlraum vor uns, der nach allen Seiten hin von Ektoderm umgeben ist, und der später zur Schirmhöhle der Meduse wird. Die weiteren Veränderungen des Ektoderms werden unten besprochen werden.

Es finden sich zu gleicher Zeit zwei oder drei Medusenknospen im Gonophor. Sobald die älteste ausgeschlüpft ist, nimmt die nächste ihren Platz ein. Die Knospen legen sich immer centripetal von der jüngsten Knospe an und entfernen sich erst später allmählich von ihrer Ursprungsstelle.

Wenn wir die oben beschriebene Entwicklung des Blastostyl und der Medusenknospen mit den Angaben früherer Autoren vergleichen, so müssen wir einerseits die große Übereinstimmung, welche einzelne Stadien mit solchen anderer Medusenknospen bieten, hervorheben, andererseits jedoch darauf hinweisen, dass ein wesentlicher Unterschied in anderen Stadien nicht zu erkennen ist. Ich sehe hier natürlich von der Rückbildung des Manubriums ganz ab.

Nach der klaren und genauen Schilderung Allman's[1] tritt bei Corymorpha nutans der Ringkanal in einem sehr frühen Stadium auf, bevor noch die Enden der Radialkanäle weit aus einander gerückt sind, während bei Eucopella der Ringkanal der Meduse und der Gastralraum des Blastostyl erst angelegt wird, nachdem die Knospe ihre volle Größe erreicht hat.

Von Sarsia[2] unterscheidet sich Eucopella hauptsächlich dadurch, dass die Radialkanäle von Anfang an ziemlich weit von einander entfernt sind und durch die dünne, einschichtige Entodermlamelle verbunden werden.

---

[1] Allman, Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 78.

[2] F. E. Schulze, Über Syncoryne Sarsii etc. p. 27 ff.

Die Darstellung von L. Agassiz[1] hat auch für Eucopellamedusenknospen in so fern Gültigkeit, als es ein Stadium giebt, in welchem das Entoderm flach becherförmig ist, und dass in der That auch bei Eucopella der Becherrand an vier interradialen Stellen durch den Druck der centralen Ektodermpartie verdünnt wird. Abweichend verhält sich jedoch die erste Anlage des Blastostyl, wo wir ein Becherstadium vermissen.

Die Gebr. Hertwig[2] haben, gestützt auf ihre weit ausgedehnten morphologischen Untersuchungen, auf diese und andere embryologische Angaben hin, den Satz aufgestellt, dass die Entodermlamelle »durch eine Verklebung und Verwachsung der aboralen und oralen Entodermwand« entstanden sei. Diese, schon früher von Claus[3] aufgestellte Theorie, ist wohl unzweifelhaft für die phylogenetische Entstehungsweise der Entodermlamelle und des Gefäßsystems der Medusen richtig. Jene Entstehungsweise ist jedoch vielfach durch coenogenetische Änderungen, welche in der Entwicklung des Individuums Platz gegriffen haben, abgeändert worden, so dass in einigen Fällen die ontogenetische Entwicklung der Entodermlamelle und Gastralräume keineswegs mehr auf dieselbe Weise vor sich geht, wie sich die betreffenden Theile phylogenetisch entwickelt haben.

Es behauptet nämlich keineswegs der Rand jenes Entodermbechers, aus dessen partieller Verklebung die Entodermlamelle hervorgegangen ist, während der ontogenetischen Entwicklung seine Doppelschichtigkeit, sondern es wachsen neben einander die hohlen Radialkanäle und die stets einschichtige Entodermlamelle gegen den Schirmrand vor. Der Ringkanal ist nicht der Rest des ursprünglich becherförmigen Gastralraumes mehr und stellt nicht mehr den Rand desselben dar, sondern er wird neu gebildet.

Es ist demnach für die embryologische, coenogenetisch veränderte und von der ursprünglichen Bildungsart verschiedene Entwicklung anzunehmen, dass wohl die erste Anlage der Entodermlamelle auf eine solche Verklebung zurückgeführt werden kann, dass aber der ganze centrifugale Theil derselben durch ein Fortwachsen dieser Anlage entstanden ist, und somit die ontogenetische Entstehung gerade des peripheren Theiles des Gastrovascularsystems nicht auf eine partielle Verklebung zurückgeführt werden kann. Für die Claus-[4] und Gebr.

---

[1] L. Agassiz, Contributions nat. history of U. S. Bd. II. p. 190 ff.

[2] O. und R. Hertwig, Der Organismus der Medusen. p. 45.

[3] Claus, Über Halistemma tergestinum. Arbeiten aus dem zoologischen Institut der Universität Wien. Bd. I. p. 26—27.

[4] Claus, Polypen und Quallen der Adria. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. 1877. p. 21 u. a. O.

Hertwig'sche[1] Annahme, dass die Entodermlamelle der Acraspeden auch bei der individuellen Entwicklung durch Verschmelzung entstehe, spricht besonders die von mir bei Cyanea Annaskala[2] nachgewiesene Doppelschichtigkeit der Entodermlamelle an einzelnen Stellen in der Nähe ihres Randes, abgesehen von den (l. c.) von Claus und Gebrüder Hertwig angeführten theoretischen Erwägungen.

Für die Siphonophoren hat Claus[3] den direkten Nachweis erbracht, dass die Schwimmglocken wenigstens sich derart entwickeln, dass der anfänglich tief becherförmige Gastralraum durch interradiale Zusammenpressung der Wände in die bleibende Form mit vier Radialkanälen umgewandelt wird. Jedoch wird auch dort der Ringkanal nicht als letzter Rest des embryonalen Becherrandes anzusehen sein, da er sich erst anlegt, nachdem die Radialkanäle bereits gesondert sind, so dass für die Entstehung des Ringkanales so wie der distalen Partien der Radialkanäle nicht eine Verlöthung der angrenzenden Partien als Ursache angesehen werden kann.

Wenn, wie dies wohl unzweifelhaft ist, in allen diesen Fällen die Entodermlamelle phylogenetisch aus der Verklebung zweier, ursprünglich getrennter Lamellen entstanden ist, wird sie selbst als rudimentäres Organ anzusehen sein. Wir müssen dann die nachträgliche, nicht durch partielle Verklebung bewirkte Entstehung des peripheren Theiles des Gastrovascularsystems, wie oben erwähnt, als neu erworbene coenogenetische Bildungsart der peripheren Kanäle, der palingenetischen Entstehungsart des proximalen Theiles des Gefäßsystems gegenüber stellen. Es kann nun aber die Anpassung noch weiter gehende Umänderungen hervorrufen, wobei wir einen immer größeren Theil des Kanalsystems auf die coenogenetische Art entstehen sehen. Dies geht mit einer Erniedrigung und Abflachung des embryonal angelegten Entodermbechers Hand in Hand, und da kann es gar wohl geschehen, dass ein Becherstadium überhaupt nicht mehr zur Ausbildung gelangt, sondern das ganze Kanalsystem auf coenogenetische Weise durch die Ausstülpung und das weitere Wachsthum von Hohlknospen angelegt wird, während die Entodermlamelle nebenher weiter wächst, ja selbst schwinden kann.

Wir treffen verschiedene kanalführende Hydromedusen (Claus) in verschiedenen Stadien dieser Umbildung an, was wohl die Differenz in den Beobachtungen erklärt. Der Blastostyl von Eucopella ist ein Beispiel einer weitgehenden Umgestaltung der ursprünglichen Wachsthumsweise in dieser Richtung, da es bei denselben nicht zur Bildung eines Entodermbechers kommt, und weil hier die Entodermlamelle im Laufe der Entwicklung verloren geht.

---

[1] O. und R. Hertwig, Der Organismus der Medusen. p. 47.

[2] R. v. Lendenfeld, Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 490.

[3] Claus, Über Halistemma tergestinum. Arbeiten aus dem zoologischen Institut der Universität Wien. Bd. I. p. 26, 27.

Die Geschlechtsstoffe.

Da die Meduse vollkommen fertig und beladen mit reifen Geschlechtsprodukten den Gonophor verlässt, müssen wir dieselben hier besprechen.

Die Eier werden im Coenosark der Hydrorhiza gebildet und sind umgebildete Entodermzellen, die in die Medusenknospe einwandern. Die Spermatozoen werden in Spermatophoren erzeugt, welche selbst nichts Anderes sind als umgewandelte Ektodermzellen der Medusenknospe, welche die ventrale Seite der Radialkanäle überkleiden. Es stimmt somit Eucopella mit den Campanulariden, was die Ursprungsstätte der Geschlechtsstoffe anbelangt, überein.

Die Eier.

Fraipont[1] hat entdeckt, dass die Eier von Campanularia angulata und flexuosa aus gewöhnlichen Entodermzellen des Coenosark entstehen. Er giebt nämlich an, dass sich einzelne Zellen finden, die durch ihre Größe und durch den Mangel einer schwingenden Cilie sich von gewöhnlichen Entodermzellen unterscheiden, und dass diese die jungen Eizellen sind. Er beschreibt weiter, dass diese Zellen in die Tiefe rücken und schließlich subepithelial werden.

Weismann[2] hat für Gonothyraea Loveni ähnliche Angaben gemacht.

Meine Beobachtungen stimmen mit jenen Fraipont's vollkommen überein. Der wesentlichste Unterschied zwischen den Verhältnissen bei Campanularia angulata und flexuosa einerseits und bei Eucopella andererseits besteht darin, dass bei letzterer niemals Eizellen im Stiel des Gonophors sondern ausschließlich in der Hydrorhiza gebildet werden. Die Eizellen entstehen auf die Weise, dass (Taf. XXX, Fig. 16) einzelne Entodermzellen des Coenosark ihre Cilien verlieren und sich mit dichtem Plasma erfüllen, wobei die braunen Körnchen, welche in den gewöhnlichen Entodermzellen vorkommen, stets ausgestoßen werden. Solche Zellen enthalten bereits ein viel tinktionsfähigeres Plasma. Das Plasma hat also schon seine Eigenschaften geändert und sich in Eiplasma verwandelt, ehe die äußere Form der Zelle verändert wurde. Hierauf nimmt die Zelle Kegelgestalt an, und während dasjenige Ende derselben, welches der Stützlamelle anliegt, sich ausbreitet, verschmälert sich das andere Ende immer mehr und mehr, bis es endlich ganz unter die Oberfläche der benachbarten Zellen herabsinkt. Diese breiten sich über die in die Tiefe gerückte Entodermzelle, die nun subepithelial geworden ist, aus und die so entstandene junge Eizelle (Taf. XXX, Fig. 16 *E*, 17) beginnt nun ihre Wanderung. Die Eizelle wird hierbei amöboid und kriecht unter den Entodermzellen der Stützlamelle entlang. Der Kern hat während dieser Vorgänge fortwährend an Größe zugenommen und ist bald als Eikern kenntlich geworden. Diese Darstellung weicht von der FRAIPONT's nur in so fern ab, als bei den von ihm beobachteten Campanularien diejenigen Entodermzellen, welche sich in Eier umwandeln, sich zunächst bedeutend vergrößern und erst dann in die Tiefe rücken, was bei Eucopella nicht der Fall ist.

---

[1] Fraipont, Origine des Organes sexuels chez les Campanularides. Zool. Anzeiger. Nr. 51. p. 137.

[2] Weismann, Zur Frage nach dem Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. Zool. Anzeiger. Nr. 55. p. 229.

Auf der Wanderung gleichen die Eizellen flachen Amöben mit lappenförmigen Pseudopodien. Am Querschnitt (Taf. XXX, Fig. 20) sind sie mehr oder weniger spindelförmig. Der Kern liegt in der centralen verdickten Partie. Während der Wanderung nehmen sie an Größe nicht zu: alle Eizellen, die man anderwärts als an ihrem Bestimmungsorte findet, sind vielmehr annähernd gleich groß (Taf. XXX, Fig. 20).

Abweichend hiervon verhalten sich die Eizellen von Plumularia fragilis[1], welche nicht in das Subepithel herabrücken, sondern epithelial bleiben und während der Wanderung an Größe zunehmen. WEISMANN[2] hat für die Bewegung der Eier von Eudendrium auf eine eben so einfache wie geniale Weise nachgewiesen, dass sich dieselben aktiv bewegen. Er hat auch Eizellen von amöbenförmiger Gestalt aufgefunden. Ich zweifle nicht, dass auch die Eier von Eucopella aktiv wandern, wenngleich hier die älteren Medusenknospen von dem Coenosark weiter abstehen als die jüngeren und somit das von Eudendrium gebotene Kriterium (WEISMANN, l. c.) hier fehlt.

Da ich nur im Coenosark der Hydrorhiza, jedoch nie im Gonophorenstiel, in den Medusenknospen oder im Blastostylentoderm Zellen aufgefunden habe, welche im Begriffe gewesen wären sich in Eizellen zu verwandeln, so nehme ich an, dass dieselben ausschließlich in der Hydrorhiza entstehen.

Wandernde Eizellen trifft man in allen Theilen der weiblichen,

---

[1] HAMANN, Der Organismus der Hydroidpolypen. Jen. Zeitschr. Bd. XV. p. 501 bis 502. Taf. XXV, Fig. 3.

[2] WEISMANN, Über den Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. II. Zool. Anzeiger. Nr. 61. p. 368.

Gonophoren-tragenden Stöcke, mit Ausnahme der Nährthiere und ihrer Stiele an. Es lässt sich demnach nicht entscheiden ob bestimmte Entodermbezirke der Hydrorhiza bestimmte Gonophoren versorgen. Jedenfalls zeigt die Thatsache, dass in allen Theilen des Coenosarkentoderms Eizellen entstehen, dass eine solche Lokalisirung, wenn vorhanden, mehr zufälliger Natur sein würde.

Besonders verdient es hervorgehoben zu werden, dass wandernde Eizellen unter dem entodermalen Epithel der Radialkanäle und des Gastralraumes des Blastostyl eben so reichlich vorkommen, wie in der Hydrorhiza, obwohl sie dort nicht entstehen, und diese Theile nicht in der, von den Eizellen auf ihrem Wege vom Coenosark zur Medusenknospe zurückzulegenden Bahn liegen (Taf. XXX, Fig. 20). Es muss daher angenommen werden, dass diese Eizellen ihren Weg verfehlt haben und es lässt sich aus ihrem Vorhandensein schließen, dass die im Coenosark entstehenden Eizellen in der Richtung ihrer Wanderung im Coenosark durch das Gonophor vielleicht bestimmt werden können, dass aber im Gonophor selbst ein zielloses Umherwandern anzunehmen sei, und dass nur jene jungen Eizellen sich ausbilden, welche zufällig in eine Medusenknospe gelangen.

Auch in der Medusenknospe selbst scheint das Wandern der Eizellen ein ziemlich zielloses zu sein, da in der fertigen Meduse stets amöboide und kleine, junge Eizellen unter dem Dorsalepithel der Radialkanäle angetroffen werden, welche entweder ihren Weg verfehlt hatten, oder aber in die Knospe eingerückt waren, als alle Eiplätze bereits besetzt waren. Würden wir einen Reiz annehmen, der von der Medusenknospe ausgeht und die Eier veranlasst in dieselbe hineinzuwandern, so wäre wohl auch die Annahme gerechtfertigt, dass dieser Reiz aufhört, sobald die Knospe ihre Ladung von Eizellen erhalten hat. Für die Wanderung in der Hydrorhiza lässt sich desshalb eine gewisse Anziehungskraft der Gonophoren mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, weil die Nährthierstiele frei von Eizellen bleiben.

Erst wenn die Eizelle unter die Ventralwand eines der zu dieser Zeit noch einfach cylindrischen Radialkanäle einer Medusenknospe gelangt, zieht sie ihre Pseudopodien ein und beginnt sehr rasch an Größe zuzunehmen. Sie liegt zwischen dem Kanalepithel und der Stützlamelle. Die Eizellen ordnen sich in zwei Reihen an, die ventral und seitlich dem Kanale entlang laufen (vergleiche die Abbildungen der Medusen). Anfänglich ist ihr Querschnitt noch spindelförmig (Taf. XXX, Fig. 20), später jedoch baucht sich der centrale Theil aus und die Eizelle nimmt, lange bevor sie ihre volle Größe erreicht hat, Kugelgestalt an. Hand in Hand mit dem Wachsthum der Eier geht auch ein allseitiges Wachsthum des Entoderms der Radialkanäle, wodurch deren Fläche bedeutend vergrößert wird. Es schmiegt sich die Kanalwand eng an die Eizellen an und es erweitert sich das Lumen derselben nach allen Richtungen hin, wo dem Weiterwachsen des Epithels keine Hindernisse in dem Wege stehen. Der Vorgang ist mit dem Einblasen von Glas in eine Form zu vergleichen. Es entstehen auf diese Art zahlreiche unregelmäßige Blindsäcke, die sich zwischen die Eizellen einschieben. Diese Vorgänge, welchen wir in festsitzenden Sporosacs anderer Hydroiden ebenfalls begegnen, bewirken eine außerordentliche Vergrößerung der Kontaktfläche von Ei und Entodermepithel (Taf. XXX, Fig. 18, 19). Für die Ernährung des Eies ist dies natürlich von dem größten Vortheile, da die ganze Nahrungszufuhr durch die Entodermzellen vermittelt wird. Alle Entodermzellen sind stets von braunen Pigmentkrümeln erfüllt. Von einer Differenzirung dieser Eiernährungszellen in Palissadenzellen, wie wir solchen bei Acraspeden an der entsprechenden Stelle begegnen, ist keine Spur vorhanden. Was dort durch hohe Ausbildung einer kleinen Zellengruppe erzielt wird, wird bei Eucopella und den festsitzenden Sporosacs durch die Heranziehung einer größeren Zahl nicht differenzirter Elemente zur Eiernährung, erreicht.

Die fertige Eizelle ist kugelförmig und besitzt eine dicke hyaline Eihaut (Taf. XXXI, Fig. 30). Das Plasma ist an sich ziemlich durchsichtig, nur in der Umgebung des Kernes häuft sich dichteres, stärker tingirbares Plasma an. Die ganze Eizelle ist, mit Ausnahme der Umgebung des Kernes ganz von größeren und kleineren Dotterkörnchen erfüllt. Sie erreicht einen Durchmesser von 0,25 mm. Der Kern liegt stets dem Radialkanal genähert, er ist sehr groß und scheint sich lebhaft zu bewegen, da die dem Kanal zugewandte Seite stets Unebenheiten aufweist, aus welchen man auf einen gewissen Grad von amöboider Bewegung des Kernes schließen kann. In demselben finden sich zwei oder drei Nucleoli, von denen einer sich durch seine Größe auszuzeichnen pflegt und mehrere glänzende Körnchen enthält.

Die Spermatozoen.

Derselbe wesentliche Unterschied, welcher in der Art des Ursprunges zwischen männlichen und weiblichen Geschlechtsstoffen bei vielen Hydroiden beobachtet worden ist, tritt uns auch bei Eucopella entgegen. Die Spermatozoen entstehen aus dem Ektoderm, welches die Radialkanäle männlicher Medusenknospen auf ihrer ventralen Seite bekleidet, und welches seinerseits, wie aus der Entwicklungsgeschichte der Medusen erhellt, von dem Ektoderm der ventralen Seite der Radialkanäle des Blastostyl stammt. Für Campanulariden haben **Fraipont**[1] und **Weismann**[2] angegeben, dass die Hodenanlage aus einem Theile der centralen Ektodermmasse der Medusenknospe hervorgehe. Es stimmt demnach unsere Eucopella mit den von diesen Forschern untersuchten Campanulariden überein.

Um die Zeit, wann die letzten Gewebebrücken im Lumen der Meduse schwinden, nehmen wir die ersten Veränderungen in jenen vier perradialen Streifen des subumbralen Ektodermepithels wahr, deren Elemente sich später in Spermatophoren umwandeln.

Die anfänglich von hyalinem, durchsichtigen, und nicht tingirbarem Plasma erfüllten Zellen, welche die Radialkanäle ventral überwölben (Taf. XXX, Fig. 21 *s*), verändern sich in erster Linie derart, dass ihr Plasma dunkler und opaker wird und sich in Alaunkarmin diffus färbt (Fig. 21 *B*). Die Kerne verändern sich hierbei noch nicht. Nun beginnen die Zellen in die Länge zu wachsen (Fig. 22 *A*) und der, anfänglich der freien Oberfläche zunächst liegende Kern kommt in die Mitte der Zelle zu liegen, wobei sich eine Größenzunahme desselben konstatiren lässt. Diese Samenmutterzellen besitzen starke Zellhäute, welche eine cuticulare Beschaffenheit erlangen, und welche sich von nun an zwar fortwährend vergrößern, aber an der Theilung des Zellinhaltes keinen Antheil nehmen. Sie nehmen genau auf dieselbe Weise an Größe zu, wie die Eihäute, denen sie homolog sind.

Nachdem die Zellen sich beträchtlich in die Länge gezogen haben und gestreckt-keilförmig geworden sind, beginnen sich die Kerne zu theilen und es ziehen die Tochterkerne sogleich Theile des Plasmas zu sich heran, wodurch helle, leere Linien zwischen den Tochterzellen an Osmiumpräparaten hervorgerufen werden. Diese Linien sind die Zellgrenzen. Die weitere Theilung geht rasch vor sich und mit ihr zugleich sehen wir auch die Spermatophoren sich rasch vergrößern. Auch jetzt geht die Theilung auf dieselbe Weise vor sich, wie zu Anfang.

Nachdem die so entstandenen Spermazellen sehr zahlreich geworden sind, beginnen sie gegen die Wände des Spermatophors hin aus einander zu weichen und es findet sich dann in der Mitte desselben ein Hohlraum, der mit der Furchungshöhle zu vergleichen ist, und eine mehrfache wandständige Schicht von Zellen. Diese Zellen haben sich während ihrer Wanderung nach der Peripherie hin auf die Weise in Spermatozoen umgebildet, dass der Zellkörper sich zusammenzog und hierdurch kleiner und dichter wurde, und dass er den Schwanz erzeugte. Da sich der Schwanz während der Wanderung anlegt, so ist einleuchtend, dass er die Richtung des Weges des Spermakopfes einnehmen muss, da sich der wandernde Kopf aktiv durch die Umgebung durchdrängt und der noch unbewegliche Schwanz passiv nachgeschleppt wird.

---

[1] **Fraipont**, Origine des Organes sexuelles chez les Hydroides. Zool. Anzeiger. Nr. 51. p. 136.

[2] **Weismann**, Über den Ursprung der Geschlechtszellen bei den Hydroiden. Zool. Anzeiger. Nr. 55. p. 229.

Der reife Spermatophor (Taf. XXX, Fig. 28) enthält also einen inneren Wandbeleg von Spermaköpfchen, deren Schwänze den Innenraum einnehmen, und im Allgemeinen radial verlaufen. Die Spermatozoen selbst (Taf. XXX, Fig. 29) haben einen abgeplattet, keilförmigen, in dem vorderen Dritttheil schwach eingeschnürten Kopftheil, an dessen Breitseite der Schwanz schief inserirt ist, so zwar, dass er gegen den verbreiterten Theil hin geneigt erscheint. Der Kern hat dieselbe Gestalt wie der Kopf und füllt denselben in solchen Exemplaren, die von noch ungeborenen Medusen stammen, nicht ganz aus; erst später wird die Plasmahülle des Kernes undeutlich. Der Schwanz ist sehr lang und lässt sich kein dickerer Anfangstheil in demselben erkennen, er verdünnt sich vielmehr kontinuirlich gegen das Ende hin.

Die Spermatophoren nehmen den ganzen Raum der reifen Knospe ein (Taf. XXX, Fig. 24, 25) und platten sich die mächtigen, perradialen Wülste, welche sie bilden, gegenseitig ab, so dass die Länge und Gestalt der Spermatophoren eine schwankende wird.

Die Radialkanäle entsenden tangentiale und radial verlaufende Zweige, die sich zuweilen selbst wieder einfach verzweigen um die Kontaktfläche mit den Spermatophoren zu vergrößern. Da die Letzteren allen Theilen des Kanalsystems in gleicher Weise aufsitzen, so wird natürlich die Gestalt jedes Einzelnen um so mehr prismatisch, und seine basale Berührungsfläche demnach um so größer, je reichlicher die Kanäle sich verzweigen. Die Zweige erreichen nie einen so bedeutenden Durchmesser als die Radialkanäle, sie sind von dem nämlichen Epithel ausgekleidet wie diese und auch hier erscheinen alle Entodermzellen von braunen Pigmentkörnchen völlig erfüllt.

Die eigenthümliche, von den Kanälen ausgehende radiale Streifung in der Samenmasse (Taf. XXX, Fig. 24, 25), welche sowohl in der Oberflächenansicht als auch besonders am Querschnitt (Fig. 25) sehr intensiv ist, wird dadurch verursacht, dass die Seitenwände der Spermatophoren radial liegen und sich die Köpfchen der Spermatozoen an sie anschmiegen.

Diese Art der Spermabildung stimmt mit den Beobachtungen an anderen Thieren nahe überein. Von der Theilung der am genauesten studirten Samenmutterzelle des Salamanders[1] ist der Vorgang in unserem Falle nur in so fern verschieden, als die entstehenden Kerne sich mit Plasmaklumpen umhüllen und somit die Plasmatheilung nicht viel später eintritt als die Kerntheilung, während beim Salamander eine große Anzahl von Kernen entsteht, und sich dann erst das Plasma zu theilen beginnt, wenn die Kernvermehrung ganz aufgehört hat. Auch die Spermatozoen des Regenwurms[2] bilden sich in ähnlicher Weise, indem der Kern sich theilt und gleichzeitig eine partielle Furchung des Plasmas eintritt. Die völlige Sonderung der Spermazellen tritt erst ein wenn dieselben reif werden, also nachdem die Kerntheilung vollendet ist.

Bei den Coelenteraten sind es vor Allem die Spongien[3], bei denen die Entwicklung der Spermatozoen genauer verfolgt worden ist. Sie stimmt ziemlich nahe mit der unseres Hydroiden überein, indem wir es bei derselben mit einer echten Zelltheilung, wobei der Kern die Hauptrolle spielt, zu thun haben. Wesentlich verschieden hiervon sind jedoch nach der Angabe HEIDER's[4] die Verhältnisse bei den Actinien, wo sich zuerst das Plasma theilt, hernach der Kern schwindet und dann neue Kerne in den Samenzellen entstehen.

Unter den Hydroiden sind vorzüglich Laomedea[5] und Cordylophora[6] auf die Spermatozoenentwicklung untersucht worden. In beiden Fällen bilden sich dieselben in einer Zellenmasse, in welcher man weder Zellgrenzen noch Kerne erkennen kann. ALLMAN (l. c.) erklärt diese Masse für anfänglich völlig homogen, und beschreibt, wie sie später in zahlreiche Kugeln zerfällt, die sich dann in Spermatozoen umbilden und die zuletzt eine radiale Anordnung erlangen. ALLMAN hält den Druck für die Ursache dieser Anordnung, es erscheint dies jedoch nicht statthaft, da nur ein in bestimmter Richtung wirkender Druck die Lage länglicher Körper determiniren kann, und weil in einer halbflüssigen Masse, die in einer weichen Hülle eingeschlossen ist, jeder Druck allseitig wirken muss. Überdies könnte der Druck nur auf die Lage, jedoch nie auf die Anordnung der Spermatozoen Einfluss nehmen, und gerade die Anordnung derselben ist es, welche die Radialstreifen verursacht. Ich möchte vielmehr annehmen, dass es sich bei Laomedea gerade so verhält wie bei Eucopella, und dass die radiale Streifung in der Spermamasse dadurch hervorgerufen wird, dass sich die Köpfchen der Spermatozoen an die radial laufenden Seitenwände der Spermatophoren anlegen, die möglicherweise wegen ihrer Zartheit der Beobachtung entgangen sind.

---

[1] W. FLEMMING, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. II. 3. Abschnitt. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XVIII. p. 233 ff.

[2] BLOOMFIELD, On the development of the Spermatozoa. Quarterly Journal of mikroscopical science. Bd. XX. p. 82 ff.

[3] F. E. SCHULZE, Über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Diese Zeitschrift. Bd. XXVIII. p. 25.

[4] v. HEIDER, Cerianthus membranaceus. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. LXXIX. 1. Abth. p. 40—41.

[5] ALLMAN, Gymnoblastic Hydroids. Bd. I. p. 65.

[6] F. E. SCHULZE, Cordylophora lacustris. p. 35.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Spermaballen von Eucopella und jenen anderer Hydroiden besteht, wie aus der geschilderten Entwicklungsweise hervorgeht, darin, dass bei Eucopella die Spermatophoren, das heißt die samenhaltigen Zellhäute, epithelial liegen (Taf. XXXI, Fig. 25), während sie sonst stets eine subepitheliale Lage einnehmen und außen von einer Schicht gewöhnlichen Plattenepithels oder differenzirteren Nesselepithels umschlossen werden.

Die Meduse.

Wenn die größte vom Gonophorenstiel am weitesten abstehende Knospe ausgebildet ist, lösen die Chitinzellen den oberen Theil einer der Breitseiten der Gonotheca auf, die Meduse schnürt sich vom Radialkanale des Blastostyl ab und wird durch die Kontraktionen, welche der Blastostyl ausführt, sammt der zarten Chitinkapsel, die die Knospe umgiebt, durch die Öffnung, welche in der Gonotheca erzeugt worden war, ausgestoßen. Die Kontraktionen, welche vom Blastostyl ausgeführt werden, können nur von den Radialkanälen desselben ausgehen. Ich habe oben Längsmuskeln in denselben beschrieben und zweifle nicht, dass durch die Thätigkeit derselben der Geburtsakt vollzogen wird.

Die junge Meduse sinkt, in die Chitinkapsel gehüllt, nun zu Boden und beginnt bald mit dem Schirm lebhafte Kontraktionen auszuführen. Nach einer halben Stunde etwa gelingt es derselben der Chitinkapsel los zu werden und sie schwimmt nun eine Zeit lang umher. Die männlichen Medusen beginnen bald nach der Geburt, in 2 bis 4 Stunden, im Aquarium die Genitalprodukte, welche die Schirmhöhle erfüllen, abzulegen, indem die Spermatophoren bersten und Wolken von Samenthierchen bei jeder Schirmbewegung austreten. Bald sind die Medusen auch, es währt der Process eine halbe bis anderthalb Stunden, ihrer Geschlechtsstoffe ledig und schwimmen dann noch kurze Zeit umher, im Aquarium lebte keine länger als 12 Stunden. Die weiblichen Medusen beginnen ihre Eier erst viel später abzulegen und es dauert die Ablage derselben auch weit länger als die der männlichen Geschlechtsprodukte. 6 bis 8 Stunden nach der Geburt beginnt dieselbe und dauert ungefähr eben so lange. Das weibliche Thier lebt auch nach der Ablage noch längere Zeit fort. Ich habe an 24 Stunden alten Weibchen, welche regungslos und scheinbar todt am Boden des Aquariums lagen, durch Reizung noch Kontraktionen hervorbringen können.

Die Eier werden stets einzeln abgelegt. Ich kann nicht mit Sicherheit konstatiren, ob dieselben innerhalb des Weibchens oder im Seewasser befruchtet werden, da meine Beobachtungen an Eucopella im Aquarium kaum einen sicheren Schluss auf die Verhältnisse im freien Meere gestatten. Ich habe Medusen, sowohl von dickbecherigen wie von dünnbecherigen Stöckchen erhalten und keinen Unterschied zwischen beiden auffinden können.

Unsere Meduse hat im Leben, wenn sie mit Genitalprodukten beladen umherschwimmt, eine hoch glockenförmige Gestalt (Taf. XXVII, Fig. 2). Nach dem Ablegen der Geschlechtsprodukte jedoch nimmt sie die gewöhnliche kugelige Eucopidengestalt an, eine Formveränderung, die durch die Erschlaffung der subumbralen Cirkulärmuskeln zu erklären ist. Die beiden Geschlechter unterscheiden sich äußerlich nicht von einander. Da ich bereits in der Einleitung die Meduse beschrieben habe, kann ich hier gleich auf das Detail eingehen.

Der Schirm.

Der Schirm ist ziemlich mächtig und in allen Theilen von annähernd gleicher Dicke. Der Subumbralfläche genähert liegt die Entodermlamelle. Die Gallerte entbehrt sowohl der Zellen wie auch jener Fibrillen, die bei anderen Craspedoten dieselbe zu durchziehen pflegen. An den Begrenzungsflächen der Gallerte lässt sich keine Stützlamelle nachweisen, und ich bin geneigt anzunehmen, dass es bei dieser so außerordentlich kleinen Meduse überhaupt noch nicht zu einer Differenzirung von Gallerte und Stützlamelle gekommen ist, dass wir es hier vielmehr mit einer Gallerte zu thun haben, welche nichts Anderes ist als eine verdickte Stützlamelle.

Am aboralen Pole ist die Gallertlage so stark verdünnt, dass sich hier die angrenzenden Epithelien fast berühren (Taf. XXXI, Fig. 27). Es findet sich dieser Verdünnung entsprechend an der Außenseite eine nabelförmige Einziehung. Diese ist in der That ein Nabel, denn hier war die Meduse mit dem ernährenden Blastostyl in Verbindung. Als sich die Meduse losgelöst hatte hörte natürlich jede Nahrungszufuhr auf und es konnte daher an dieser Stelle keine Gallerte mehr gebildet werden, wesshalb der Nabel persistirt. Die Gallerte zieht mit unveränderter Dicke über die Radialkanäle hinweg, ohne dass sie sich etwa in den interradialen Meridianen nach innen ausbauchte, so dass die Radialkanäle in die Schirmhöhle hinein vorragen. Während der Kontraktion des Schirmes wirft die Gallerte meridianale, nach außen vorspringende

Falten auf, deren Lage regelmäßig und prädisponirt ist. Es verhält sich in dieser Beziehung Eucopella eben so wie Cunina. Eine leichte Verdickung weist die Gallerte auch hinter dem Radialkanale auf. Dieser Randring ist gewissermaßen als Hauptstütze der Meduse anzusehen. Die Entodermlamelle entfernt sich dicht oberhalb des Ringgefäßes (Taf. XXXII, Fig. 35) von der Subumbralseite der Gallerte. Der ventral von der Entodermlamelle liegende Theil derselben ist von dem dorsalen nicht verschieden. Am Schirmrande geht die Gallerte kontinuirlich in die außerordentlich starke Stützlamelle des Velum über. Der Radius des verdickten Randringes ist etwa halb so groß als der Radius des Schirmes in seiner erweiterten unteren Hälfte (Taf. XXVII, Fig. 2). Es erscheint der Schirm daher am Rand sehr stark eingezogen.

Das Epithel der Exumbrella, zu welchem auch die Bekleidung der Unterseite des Velum und die Gehörblasen, so wie der äußere Nervenring zu zählen sind, hat bei unserer Meduse einen außerordentlich hohen Grad der Differenzirung erreicht. Auf der Höhe jener Falten, welche die Gallerte bei der Systole der Umbrella bildet, so wie in einem ringförmigen Bezirke am Schirmrande, besteht das Ektoderm aus zwei Schichten und eben so sind die Gehörblasen aus zwei Zellschichten gebildet. Alle anderen Partien werden von scheinbar einfachem, einschichtigen Plattenepithel bekleidet (Taf. XXXII, Fig. 31, 32, 35).

An jenen meridianalen doppelschichtigen Streifen so wie an dem Nervenringe ist die oberflächliche Schicht ein hohes Nessel- und Sinnesepithel und wird die subepitheliale Schicht aus Nervenfasern, Ganglienzellen und Nesselkapselbildungszellen zusammengesetzt. Wir haben es also mit einem »oberen« exumbralen Nervenringe zu thun, von dem zahlreiche exumbrale Nerven in meridianaler Richtung abgehen. Wir wollen zunächst den Nervenring besprechen.

Der Ringnerv besteht aus sehr zahlreichen, der Gallerte dicht anliegenden, feinen, cirkulären Nervenfasern, zwischen welche zahlreiche bipolare und auch einzelne uni- und tripolare kleine Ganglienzellen eingebettet sind (Taf. XXXII, Fig. 32, 33 *R*). Am Querschnitt erkennt man, dass die Nervenfibrillen die tiefere Lage einnehmen, und dass ihnen die Ganglienzellen außen anliegen. Er erreicht eine Dicke von 0,003 und eine Breite von etwa 0,03 mm, in seinem Verlaufe finden sich keinerlei ganglienartige Anschwellungen. Die tripolaren Ganglienzellen scheinen ausschließlich an jenen Stellen vorzukommen, wo die radialen Exumbralnerven von demselben abzweigen (Taf. XXXII, Fig. 32 G_3).

Die meridianalen Nerven sind in ihrem feineren Bau von dem Ringnerven gar nicht verschieden (Taf. XXX, Fig. 32 *N*). An ihrer Ursprungsstelle erreichen sie etwa den halben Durchmesser des Ringnerven. Sie bleiben bis in die Nähe des Aboralpoles von fast unveränderter Breite, erst dort werden sie rasch schmäler. Es macht den Eindruck, als ob ihre Enden unter einander anastomosirten. Am Aboralpol selbst finden sich keine Nerven. Solcher Nerven finden wir an der Exumbrella 30 bis 40.

Sowohl von dem Ringnerven, wie auch von den Exumbralnerven strahlen feine, hier und da kernhaltige, der Exumbrella dicht anliegende, schwach verästelte Fäden aus, die wohl als Nervenfäden gedeutet werden könnten (Taf. XXXII, Fig. 32 *n*).

Der Ringnerv ist demnach von der entsprechenden Bildung anderer Vesiculaten in seinem feineren Baue nicht wesentlich verschieden, wenn er gleich nicht jene bedeutende Ausdehnung in der Fläche erkennen lässt, welche Gebrüder Hertwig[1] am Ringnerv von Aequorea Forskalea nachgewiesen haben. Die meridianalen Nerven der Exumbrella sind jedoch Bildungen, welche bei anderen Eucopiden nicht vorzukommen scheinen, und welche ich für homolog mit dem Subepithel der Nesselstreifen einiger Aeginiden und der Geryoniden halte.

Das Epithel, welches kein Subepithel ausgeschieden hat, mithin jene Felder der Exumbrella bekleidet, welche zwischen den meridianalen Nerven liegen, besteht aus den gewöhnlichen platten, von einem Plasmanetze durchzogenen Deckzellen, deren Kerne oberflächlich liegen, und die der Cilie entbehren. Die Oberseite (Außenseite) des Velum wird ebenfalls von den gleichen Deckzellen bekleidet. Sehr verschieden jedoch hiervon ist das Epithel, welches den Ringnerven und die Radialnerven überzieht. Dieses besteht nämlich aus sehr hohen schmalen Cylinderzellen und setzt sich aus Stütz-, Sinnes- und Nesselzellen zusammen. Die Stützzellen gehen zu beiden Seiten, indem sie allmählich niedriger und breiter werden, in das angrenzende Deckepithel über. Nur in der Mitte des Wulstes, welcher durch die Erhöhung des Epithels und Ausscheidung eines Subepithels in den Regionen des Ring- und der Radialnerven entsteht, treten zwischen den Stützzellen die beiden anderen Zellenarten auf. Die Zellen sind nicht so lang und schmal wie die Oberflächenbekleidungen des Ringnerven verwandter Medusen. Besonders zeichnen sich einzelne Elemente durch ihre Breite aus, dies sind die Stützzellen. Die Sinneszellen sind spindelförmig, ihre langgestreckten Kerne liegen stets im oberflächlichen Drittel. Die Stützzellen unterscheiden sich von den übrigen Deckzellen hauptsächlich dadurch, dass sie von Plasma ganz ausgefüllt werden (Taf. XXXII, Fig. 35 *s*, *si*). Das Plasma derselben erreicht jedoch nicht jenen Grad von Dichte und

---

[1] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. p. 75.

Tingirbarkeit, dem wir im Plasma der Sinneszellen begegnen. Die Cnidoblasten enthalten dieselben Nesselkapseln, die wir am Nährthier kennen gelernt haben. Sie sind etwa so zahlreich wie die Sinneszellen. Der Zusammenhang einzelner Zellen mit Fibrillen des Nervenringes wurde an Macerationspräparaten konstatirt, doch schenkte ich diesen Details keine besondere Aufmerksamkeit, da dieselben von Gebrüder Hertwig bereits in völlig erschöpfender Weise dargestellt sind.

Jenes Epithel, welches die Radialnerven überkleidet, stimmt in jeder Beziehung vollkommen mit dem Epithel des äußeren Ringnerven überein (Taf. XXXII, Fig. 36). Gegen den aboralen Pol hin wird der beträchtliche, durch das hohe Epithel gebildete Wulst schmäler und niedriger, wobei zuerst die Sinneszellen auszufallen scheinen. Ich habe oben auf die Ähnlichkeit dieser ektodermalen Längswülste mit den »Nesselstreifen« einiger Craspedoten hingewiesen. Ich halte die meridianalen Wülste für nichts Anderes als außerordentlich lange und wohl entwickelte Nesselstreifen. Die entsprechenden, jedoch kürzeren Bildungen der Geryoniden enthalten eben so wie bei Eucopella neben den Cnidoblasten noch Sinneszellen, unter welchen eine subepitheliale Schicht von radialen Nervenfasern liegt. Sehr treffend bezeichnen die Gebrüder Hertwig[1] die Nesselstreifen als »eine weitere Ausdehnung des Sinnesepithels des Nervenringes auf die Schirmoberfläche«.

Wenn wir dem Ringnerven und seinem Epithel eine durchaus nervöse Bedeutung zuschreiben und die Nesselzellen, welche dort vorkommen, als Schutzvorrichtung für das Centralorgan ansehen, ihnen somit eine accessorische Bedeutung beilegen, so dürfte wohl auch den »Nesselstreifen« in Anbetracht der Übereinstimmung im feineren Bau mit dem Ringnerven, der oben konstatirt wurde, eine Sinnesfunktion zuzuschreiben sein. Die Gebrüder Hertwig[2] haben die Frage offen gelassen, ob die Nervenfibrillen des Nesselstreifen mit dem Ringnerven in Verbindung treten und sagen, dass die Fibrillen »wohl in den Nervenring einmünden«. An Eucopella lässt sich dies leicht nachweisen (Taf. XXXII, Fig. 32). Die Fibrillen des Meridianalnerven biegen einfach in die Fasern des Ringnerven an der Vereinigungsstelle beider um. Ich habe oben darauf hingewiesen, dass im Ringnerv die, überhaupt seltenen, tripolaren Ganglienzellen gerade an den Einmündungsstellen der Meridianalnerven vorkommen. Eben so finden sich am proximalen Ende der letzteren zuweilen tripolare Ganglienzellen. Die unipolaren Zellen kommen eben so wie im Ringnerv einzeln zwischen den bipolaren vor. Die uni- und tripolaren Ganglienzellen fehlen im aboralen Theile der Meridianalnerven durchaus, und es macht den Eindruck, als ob sie eine höhere Entwicklungsstufe der Ganglienzelle darstellten, als die bipolaren, weil sie gerade im Centralorgan und diesem zunächst, jedoch nicht im centrifugalen Theile des Nervensystems vorkommen. Besonders ist es die geringe Zahl der Cnidoblasten im Vergleich mit den nervösen Elementen, welche es gerechtfertigt erscheinen lässt, die Nesselstreifen der Eucopella nicht als Waffen, sondern als Sinnesorgane, als eine Ausbreitung des sensitiven und ganglienhaltigen Epithels anzusehen. Ich werde sie daher Meridianalnerven nennen. Es ist mir leider nicht gelungen Medusenknospen aufzufinden, bei denen die Anlage dieser Nerven sichtbar gewesen wäre. Es scheint, dass sie sich ganz zuletzt und sehr rasch ausbilden. Ich kann daher nicht mit Sicherheit angeben, ob diese eben so wie die von den Randkörpercentren der Cyanea Annaskala ausstrahlenden Nerven epithelial angelegt werden und im Laufe der Entwicklung in die subepitheliale Schicht herabrücken, oder ob sie, was freilich nicht wahrscheinlich ist, von dem Centralorgane, dem Ringnerven aus centrifugal auswachsen, wie dies bei den Nerven der höheren Thiere der Fall ist.

---

[1] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. p. 59.

[2] Ebenda.

Ein wohl unwesentlicher Unterschied zwischen den Meridianalnerven von Eucopella und den Geryoniden liegt darin, dass bei letzteren auch Muskelfasern in demselben vorkommen, was jedoch bei Eucopella nicht der Fall ist.

Die Gehörbläschen.

Wir begegnen stets acht in den Adradien gelegenen Otolithenbläschen. Was die Zahl der Gehörorgane anbelangt, würde also Eucopella in die Gruppe der Octotessae[1] des Haeckel'schen Schemas gehören.

Die Gehörblasen liegen auf der Unterseite des Velum, vom Ringnerven ziemlich weit entfernt und ragen als runde Blasen frei in das umgebende Meerwasser vor. Sie stimmen also ihrer Lage nach mit den von Gebrüder Hertwig[2] untersuchten Sinnesorganen verwandter Vesiculaten überein.

Das Hörbläschen liegt dem Sinnesepithel des äußeren Ringnerven dicht an. Es besteht aus einem äußeren Deckepithel, welches eine Fortsetzung des Deckepithels der Velumaußenseite ist, aus einer zarten Stützmembran und aus dem darin eingeschlossenen Hörapparate.

Das Deckepithel ist nicht so flach wie an der Velumaußenseite

---

[1] Haeckel, System der Medusen. Bd. I. p. 163.

[2] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. p. 86—95.

(Taf. XXXII, Fig. 35) und flimmert. Es besteht aus flachen Flimmerzellen, die überall von gleicher Stärke der bläschenförmigen Stützmembran anliegen. Diese Deckzellen platten sich gegenseitig polygonal ab und sind in der Flächenansicht (Taf. XXXII, Fig. 32) von anderen Deckzellen nicht zu unterscheiden. Sie enthalten nur spärliches Plasma, welches den der freien Oberfläche genäherten abgeplatteten Kern umgiebt und den übrigen Theil der Zelle in Gestalt feiner Fäden durchzieht. Gegen das Ringnervepithel hin geht dieses Epithel in die Stützzellen des Wulstrandes über.

Die Stützmembran ist überaus zart und steht mit der Stützlamelle des Velum, welches ohne Formveränderung über das Hörbläschen hinwegzieht, in Zusammenhang. Sie hat die Form eines kugelig aufgetriebenen Säckchens, das mit weiter Mündung der Außenseite der Stützlamelle des Velum aufsitzt. Jener Theil der Stützlamelle des Velum, welcher an der Begrenzung der Hörblase Theil nimmt, unterscheidet sich von anderen Partien hauptsächlich dadurch, dass er siebförmig durchbrochen ist. Eine andere Öffnung in der Stützsubstanz, welche den inneren Theil umgiebt, findet sich an einer Stelle, wo sich die zarte Blase an die Stützlamelle des Velum heftet, und zwar an der dem äußeren Ringnerven zugekehrten Seite; diese Öffnung ist unregelmäßig umrandet, ziemlich niedrig und breit. An Macerationspräparaten kann man dieselbe bei der Betrachtung von außen erkennen, sie erscheint dann als ein sichelförmiger Spalt, dessen äußerer konkaver Rand einen unregelmäßigen Kontur zeigt. Die Durchbohrung der Velum-Stützlamelle ist an Radialschnitten durch die entsprechende Stelle und auch an Macerationspräparaten bei der Betrachtung von innen erkennbar. Durch die Röhrchen, welche die Velum-Stützlamelle durchsetzen, treten Nerven, welche den Inhalt des Hörbläschens mit dem inneren Ringnerven verbinden, während durch die sichelförmige Öffnung andere ziehen, welche die Verbindung mit dem äußeren Nervenring herstellen.

Der Inhalt des Gehörbläschens selbst besteht aus einer kleinen Anhäufung von Nerven und Ganglienzellen am Boden (Velarseite) desselben, aus den cylindrischen Hörzellen, welche in ein flaches Epithel an der Decke des Bläschens übergehen, und welches Epithel überall der Stützmembran anliegt und aus einer freien Konkrementzelle.

Die Nerven, welche durch die erwähnten Öffnungen der Stützmembran hindurchtreten, bilden am Boden der Blase ein Ganglion, das aus einer trüben Masse besteht, in welcher durch Karmin zahlreiche kleine, ovale Kerne nachgewiesen werden können. Diese Masse in ihre Elemente aufzulösen gelingt schwer; man erhält zwar stets Fibrillen und sehr kleine bipolare Zellen, die eigentlich nichts Anderes sind als Kerne, die den Fibrillen anliegen, jedoch außerdem unförmliche Massen, die darauf schließen lassen, dass noch anders geformte Elemente, wahrscheinlich multipolare Zellen hier vorkommen.

Die basale Hälfte des Bläschens wird von den cylindrischen, großen und schon am frischen Präparat leicht erkennbaren Hörzellen ausgefüllt (Taf. XXXII, Fig. 35 *H*). Während die mittleren etwas kürzer sind, als der Radius des Bläschens, nehmen sie nach außen an Länge beträchtlich zu, so dass die Oberfläche der Hörzellenmasse konkav wird.

Die centralen Hörzellen stehen aufrecht und sind gerade. Gegen die Bläschenwand hin jedoch divergiren sie, weil ihre freien Enden dicker sind als die basalen, immer mehr, so dass die äußersten sich endlich ganz an die Bläschenwand anschmiegen. Die unteren Enden dieser Zellen keilen sich zwischen vorstehenden Theilen des basalen Ganglions aus. Da sich die Zellen gegenseitig abplatten, werden sie zu polygonalen Säulen. Ihre freien Enden sind schwach vorgewölbt und tragen je ein steifes, gerades Hörhaar. Der Inhalt dieser Zellen besteht aus feinkörnigem Plasma. Der Kern ist eiförmig und liegt in der Mitte oder der freien Oberfläche genähert. An einem Kreise, welcher etwas über der Mitte das Hörbläschen umzieht, gehen diese Zellen plötzlich in ein sehr flaches, aus flimmerlosen Plattenzellen gebildetes Epithel über, das die Decke des Bläschens auskleidet. Die abgeplatteten Kerne dieser Zellen verursachen kleine Vorwölbungen, und sind oft die einzigen sichtbaren Theile derselben.

In jedem Bläschen findet sich eine freie Konkrementzelle (Taf. XXXII, Fig. 35 *o*). Dieselbe besteht aus einer zarten Plasmahülle, welcher auch der Kern eingelagert ist, und einem großen, die Zelle völlig erfüllenden linsenförmigen Otolithen. Der letztere erreicht etwa die Hälfte des Durchmessers des Bläschens. Er liegt den Hörzellen genähert und ist seine den Hörzellen zugewandte Fläche der Oberfläche derselben parallel. Der Otolith ruht auf den Spitzen der Hörhaare, welche sich von allen Seiten gegen ihn neigen. Nur die Hörhaare der peripheren Zellen enden frei und erreichen den Otolithen nicht, obgleich auch sie sich demselben zuwenden.

Wenn wir dieses oben geschilderte Sinnesorgan mit den Gehörbläschen anderer Vesiculaten vergleichen, so fällt zunächst die hohe Differenzirung desselben auf. Diese geht wohl Hand in Hand mit der Verringerung und Determinirung der Zahl der Gehörbläschen selbst. In der Entwicklungsreihe, welche Gebrüder Hertwig[1] für die Ausbildung der Gehörorgane der Vesiculaten aufgestellt haben, würde Eucopella von allen genauer hierauf untersuchten Medusen den höchsten Rang einnehmen. Gebrüder Hertwig[1] selbst sind geneigt anzunehmen, dass die Eucopiden die höchste Entwicklung der Hörbläschen aufweisen. Mit der Zahl der Hörbläschen überhaupt nimmt auch die Zahl der Konkrementzellen allmählich ab.

---

[1] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. p. 90.

Es erscheint fraglich, ob wir für die bisher untersuchten Eucopiden eine Differenzirung anzunehmen haben, welche aus der Mitrocoma-Form auf die Weise entstand, dass in der Entwicklungsreihe ein Stadium vorgekommen ist, wie es Aequorea Forskalea bietet, oder ob nicht etwa die Eucopiden und Aequoriden sich nach divergenten Reihen entwickelt haben. Die Verhältnisse der Stützmembran zur Stützlamelle des Velum könnten für Eucopella wohl auf die Weise aus der Aequorea-Form abgeleitet werden, dass diejenige Form wieder hergestellt würde, welche die Medusen ohne Hörblase besaßen, und dass die Hörblase zu einem äußeren Anhangsgebilde wurde. Wenn bestimmte äußere Verhältnisse der Meduse eine bestimmte Gestalt verliehen haben, und wenn durch die höhere Ausbildung des Gehörorganes diese Form abgeändert wurde, diejenigen äußeren Umstände aber, welche die ursprüngliche Gestalt der Meduse bedingt hatten, noch fortwirkten, so werden diese äußeren Verhältnisse bewirken, dass die Meduse, ohne das neuerlangte Organ zu verlieren, die Tendenz zeigt, ihre ursprüngliche Gestalt wieder anzunehmen. Dies wäre bei Eucopella mit der Stützlamelle des Velum der Fall. Die feinen Röhrchen über der Hörblase würden dann der weiten bei Aequorea vorhandenen Öffnung entsprechen. Diese Durchbrechung der Stützlamelle gleicht jener vollkommen, welche Gebrüder Hertwig[2] von Glossocodon abbilden. Die ursprünglich ebene Stützlamelle wurde durch die Ausbildung des Hörorganes durchbrochen, erlangte jedoch später ihre ursprüngliche Gestalt zum größten Theile wieder.

Was die feineren histologischen Details anbelangt, so ist Eucopella in einigen wesentlichen Punkten von anderen Vesiculaten verschieden. Bei keiner anderen vesiculaten Meduse ist ein Zusammenhang des äußeren Nervenringes mit dem Ganglion des Gehörbläschens nachgewiesen worden. Auffallend ist die außerordentliche Kleinheit dieses Ganglions im Verhältnis zu den ungemein großen und außerordentlich zahlreichen Hörzellen. Eine, der Eucopella ausschließlich zukommende Eigenthümlichkeit ist es auch, dass die Konkrementzelle frei ist, und nur durch die Hörhaare festgehalten wird. Bei allen anderen Vesiculaten finden wir dieselbe der Bläschenwand angeheftet. Jedenfalls ist das Eucopella-Stadium das höhere, da wir auch sonst die Tendenz antreffen, den Otolithen möglichst beweglich zu machen, was bei anderen Medusen dadurch erreicht wird, dass sich der Stiel des konkrementhaltigen Theiles stark verdünnt.

---

[1] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. p. 92.

[2] Ebenda. Taf. IV, Fig. 11.

Die Subumbrella.

Wie oben erwähnt, wird die ganze Schirmhöhle von den Genitalprodukten ausgefüllt. Im Querschnitte erscheinen die Medusen desshalb fast solid. Alle Theile drängen sich derart, dass sie sich gegenseitig abplatten. Die Spermatophoren, welche in der Knospe als vier mächtige perradiale Längswülste erscheinen (Taf. XXXI, Fig. 24), ballen sich vor der Geburt dergestalt zusammen, dass die Wülste tief eingeschnitten werden und es den Anschein hat, als ob sich die Wülste in Reihen von Spermatophorenhaufen zerspalten hätten. Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern es haben sich die keilförmigen Spermatophoren, welche vorher hauptsächlich von den Radialkanälen ausstrahlten, jetzt mehr nach den Zweigen gerichtet. Durch die Zusammenballung wird die Ähnlichkeit zwischen männlichen und weiblichen Medusen noch bedeutend erhöht. In der That lassen sich dieselben nur an den Genitalprodukten selbst erkennen und an den Zweigen der Kanäle. Im feineren Bau jedoch weicht die Subumbrella des Weibchens in einem Punkte wesentlich vom Männchen ab; während nämlich das ektodermale Epithel die ganze Subumbrella des Weibchens sammt den Eiern überkleidet, sind die Spermatophorenballen stets epithelfrei, weil, wie wir oben gesehen haben, sie selbst einen Theil des Epithels darstellen. Abgesehen hiervon findet sich kein Unterschied. Das ektodermale Epithel, welches der Gallerte anliegt, besteht aus oberflächlichen Cylinderzellen und aus der Muskellage. Über den Kanälen und Genitalprodukten fehlt die Muskellage, und es ist auch jener ringförmige Bezirk in der Nähe des Schirmrandes von Muskeln frei, welcher vom inneren Nervenring eingenommen wird.

Da die gesammte quergestreifte Ringmuskulatur der subepithelialen Schicht angehört, kommen keine Epithelmuskelzellen an der Subumbrella vor. Auch werden Cnidoblasten in derselben vermisst. Das oberflächliche Epithel stimmt in allen Theilen der Subumbrella nahe überein und ist nur über dem inneren Nervenringe höher differenzirt. Die cylindrischen Epithelzellen enthalten der freien Oberfläche zunächst den kugeligen Kern, welcher von Plasma umhüllt wird, das sich nach abwärts in feine Fäden fortsetzt (Taf. XXXII, Fig. 35, 36). Jede Zelle besitzt eine lebhaft schwingende Cilie, wodurch der Unterschied der exumbralen und subumbralen Epithelien, der schon durch die Differenz in der Gestalt der Zellen gegeben ist, noch erhöht wird. Auf den Eiern ist das Epithel etwas niedriger, wird jedoch auch hier nicht zu einer so schmalen Schicht, wie an der Exumbrella (Taf. XXXII, Fig. 36 *Ec*). In der Nähe des inneren Nervenringes geht dieses Epithel allmählich in das Sinnesepithel des Ringnerven über, indem die Zellen hier höher und schmäler werden. Gegen den aboralen Pol der Meduse zu wird das Epithel niedriger, behält jedoch seine Cilien.

Das Epithel des inneren Nervenringes unterscheidet sich nur in so fern von dem Sinnesepithel der Außenseite, als hier einestheils keine Cnidoblasten vorkommen und anderentheils auch die Sinneszellen in geringerer Zahl aufzutreten scheinen. Die Stützzellen nehmen die Ränder des Sinneswulstes ein und unterscheiden sich von den exumbralen Stützzellen gar nicht. Die zarten spindelförmigen Sinneszellen schienen mir etwas schlanker zu sein als an der Exumbrella. Da das Sinnesepithel nicht ganz so hoch ist wie an dem äußeren Nervenringe, und überdies das angrenzende indifferente Epithel viel höher ist als das exumbrale, so erhebt sich der innere Sinneswulst lange nicht so sehr über die umgebende Fläche wie der äußere.

Wie oben erwähnt sind die Cirkulärmuskeln durchaus subepithelial gelagert. Sie überziehen das Velum und jene Theile der Subumbrella, welche nicht in den Perradien liegen, so dass die Radialkanäle und die Genitalprodukte muskelfrei bleiben. Gegen den aboralen Pol hin entfernen sich die einzelnen Fibrillen immer mehr von einander. Dieser selbst bleibt muskelfrei. Am Velum und am oralen Theile liegen die Fibrillen dicht an einander. Es sind ziemlich kurze quergestreifte, an beiden Enden spitz zulaufende Fasern von elliptischem Querschnitt. Die ausgesprochene Bandform derselben, welche wir bei Acraspeden antreffen, tritt hier noch nicht auf. Die zugehörigen Zellen (Taf. XXXII, Fig. 37) scheinen mehr oder weniger intraepithelial zu sein, obwohl an Macerationspräparaten dieselben oft sehr niedrig sind. In der Flächenansicht erscheinen die Muskelkörperchen elliptisch (Taf. XXXII, Fig. 34). Die Kerne sind eiförmig.

Der innere Ringnerv unterscheidet sich von dem äußeren sehr wesentlich, indem in ihm keine, oder doch sehr wenige bipolare Ganglienzellen angetroffen werden, welche doch einen Hauptbestandtheil des äußeren Ringnerven ausmachen. Dafür treten uns hier zwar spärliche, aber sehr große multipolare Ganglienzellen entgegen, welche den cirkulär verlaufenden Nervenfäserchen aufliegen (Taf. XXXII, Fig. 34 *G*). Der Nervenstrang besteht zwar hauptsächlich aus parallel laufenden

Ringfasern, es lassen sich jedoch auch zuweilen quer und unregelmäßig verlaufende Fasern in demselben nachweisen.

Es ist wohl wahrscheinlich, dass diese auf die Muskelplatte übertreten und sich dort verästeln. Ich habe jedoch weder Nerven noch Ganglienzellen über derselben aufgefunden, und konnte nur in seltenen Fällen einzelne Fibrillen auf eine kurze Entfernung hin in der Muskelplatte verfolgen. Der Nachweis dieser gelang, indem ein des oberflächlichen Epithels beraubtes und flach ausgebreitetes Stück des Schirmrandes mit dem Abbé'schen Apparat möglichst schief in einer Tangentialebene beleuchtet wurde, wobei die Querstreifung und zuweilen auch eine feine Nervenfaser deutlich hervortraten.

Das Entfernen des Epithels gelingt durch die Anwendung von Osmiumessigsäure in der Wärme. Wenn man diese Reagentien bei einer Temperatur von 35° einwirken lässt, so kann man das Epithel durch den Wasserstrahl einer kleinen Spritzflasche abwaschen und es gelingt auf diese Weise besonders gut Flächenbilder von subepithelialen Schichten zu erhalten.

Die großen multipolaren Ganglienzellen gleichen den von Gebrüder Hertwig[1] und Eimer[2] beschriebenen Ganglienzellen der Subumbrella der Geryoniden, so wie den von mir[3] in der Subumbrella von Cyanea aufgefundenen Formen, besonders den letzteren. Von allen diesen unterscheiden sie sich einestheils durch ihre bedeutendere Größe und andererseits durch die große Zahl und reichliche Verzweigung ihrer Ausläufer.

Es sind platte, mehr oder weniger linsenförmige Elemente, die zwei Drittel des Durchmessers des inneren Nervenringes erreichen. In der Flächenansicht finden wir, dass der Kontur an einer Stelle konvex erscheint. Von diesem konvexen und dicksten Theil der Ganglienzelle gehen keine Ausläufer ab. In demselben liegt der Kern. An allen übrigen Stellen geht die Ganglienzelle in Ausläufer über, indem sie sich in breite und flache, sich rasch verzweigende Zipfel auszieht. Die Ausläufer sind meist nur auf kurze Strecken zu verfolgen, so dass es schwer hält einen direkten Zusammenhang zwischen den zarten cirkulären Fibrillen und den großen Ganglienzellen nachzuweisen. Ich glaube jedoch einen solchen als höchst wahrscheinlich existirend annehmen zu sollen. Die Lage des fortsatzlosen Theiles in Bezug auf die Achse der Meduse ist zwar schwankend, er scheint jedoch zumeist centrifugal zu liegen. Der Inhalt der Zelle besteht aus dem gewöhnlichen Neuroplasma. Zuweilen lässt sich von den Fortsätzen aus eine feine Streifung gegen das Innere der Zelle hin erkennen. Der Kern, welcher, wie oben hervorgehoben wurde, stets im fortsatzlosen Theile liegt, ist ziemlich klein und oval. Ein großes Kernkörperchen ist stets vorhanden. Das Plasma in der Umgebung des Kernes erscheint körnig und sind in demselben keine Spuren einer Streifung nachweisbar.

---

[1] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. p. 59 ff. Taf. V, Fig. 1, 3, 7.

[2] T. Eimer, Die Medusen etc. p. 212 u. a. O. Taf. XI, Fig. 1 u. a. O.

[3] R. v. Lendenfeld, Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 524 f. Taf. XXX, Fig. 38, 39, 41.

Wenngleich dem negativen Ergebnis, dass in der Muskulatur der Subumbrella von Eucopella keine Ganglienzellen aufgefunden werden konnten, in Anbetracht der Thatsache, dass bei fast allen anderen genauer untersuchten Craspedoten solche vorhanden sind, kein allzugroßes Gewicht wird beigelegt werden können, so erscheint es mir doch wahrscheinlich, dass hier keine Ganglienzellen vorkommen. In diesem Falle müssten jene Ganglienzellen, welche dem inneren Nervenringe anliegen, die Arbeit der bei anderen Medusen weit zahlreicheren auf dem Ringmuskel zerstreuten Ganglienzellen verrichten, und es würde das wohl die außerordentliche Größe der vorliegenden Elemente erklären.

Der innere Ringnerv ist etwa halb so breit und dick als der äußere.

Die Radialkanäle.

Die außerordentlichste und wichtigste Eigenthümlichkeit unserer Meduse treffen wir in der Gestaltung des Gastrovasculärraumes derselben an. Der Ringkanal (Taf. XXXII, Fig. 35 *c*) ist sehr klein, sein Lumen erreicht kaum einen Durchmesser von 0,7 mm. Er ist ganz in die Gallerte eingebettet und liegt zwischen dem äußeren und inneren Theile des Ringnerven. Er hat einen abgerundet dreieckigen Querschnitt.

Die Radialkanäle behalten dieselbe Gestalt bei, welche sie in der Knospe besessen hatten: sie sind geräumig und entsenden tangentiale und radiale, kürzere oder längere Zweige, welche blindgeschlossen endigen. Diese Zweige nehmen bei den beiden Geschlechtern etwas verschiedene Gestalten an. Beim Weibchen sind dieselben nichts Anderes als der Abdruck zweier auf einander folgender Eier derselben Reihe, und sie entspringen somit mit breiter Basis um mehr oder weniger spitz zu enden. Beim Männchen haben wir es mit cylindrischen Röhren zu thun, die nicht, wie die Kanalzweige des Weibchens, bloß durch kugelige Einstülpungen der Röhrenwand gebildet werden, sondern die sich scharf vom Radialkanale absetzen. Da die Eier in zwei seitlich und unten (Taf. XXXII, Fig. 33) verlaufenden Reihen angeordnet sind, treffen wir die größten Ausbreitungen des Kanallumens in drei

Reihen an: zwei tangentiale und eine radiale. Die schlauchförmigen Zweige der Männchen liegen ebenfalls in denselben drei Ebenen: einige sind radial gelagert und dringen gegen die Achse der Meduse hin in die Spermatophorenmasse ein, die anderen liegen seitlich, also tangential.

Das Lumen der Radialkanäle ist in ihrer Längenmitte am größten und nimmt sowohl gegen den Ringkanal, wie auch gegen den aboralen Pol hin allmählich ab. Das centrifugale Kanalende, welches die Verbindung mit dem Ringkanale herstellt, ist nicht geräumiger als der Ringkanal, so dass diese Theile eben so wie der Ringkanal selbst in der Seitenansicht bei oberflächlicher Betrachtung unbemerkt bleiben (Taf. XXVII, Fig. 2).

Eine kurze Strecke vor dem Vereinigungspunkte der vier Kanäle legen sich die Wände derselben an einander, so dass in der Nähe des aboralen Poles das Lumen vollständig schwindet (Taf. XXXI, Fig. 26, 27). Von einem centralen Magenraum oder von einem Mundrohr ist keine Spur wahrzunehmen. Diese Eigenthümlichkeit ist es, welche der Eucopella den ephemeren Charakter verleiht, der sie vor allen anderen Medusen auszeichnet. Zwischen dem Ringkanal und den Gefäßen ist die Entodermlamelle ausgebreitet (Taf. XXXII, Fig. 35, 36 *e*).

Das Epithel der Radialkanäle und ihrer Zweige, so wie des Ringkanales ist ein mehr flaches oder mehr cylindrisches Flimmerepithel. Im Ringkanale, so wie an allen jenen Theilen des Kanalsystems, wo dasselbe an die Gallerte stößt, also auf der Dorsalseite der Radialkanäle, begegnen wir einem Epithel, dessen Elemente ungefähr so hoch als breit sind (Taf. XXXII, Fig. 35, 36). Überall dort aber, wo der Kanal an Genitalprodukte grenzt, erscheint das Entoderm bei gleicher Höhe aus schmäleren, cylindrischen Zellen zusammengesetzt. Die Entodermzellen in den obliterirten Kanalabschnitten sind etwas flacher und entbehren natürlich der sonst überall nachweisbaren schwingenden Cilie. Wir treffen überall einen oberflächenständigen, kugeligen Kern an. Die Zellen sind stets mit Plasma ganz angefüllt. Das Plasma enthält dieselben braunen Pigmentkrümel, die wir in der Knospe schon angetroffen haben, in jenen Entodermpartien, welche die Radialkanäle und ihre Zweige auskleiden, in so großer Menge, dass die einzelnen Zellen fast ganz von braunem Pigment erfüllt erscheinen. Im Ringkanal und in den schmalen daranstoßenden Abschnitten der Radialkanäle kommen dieselben Pigmentkrümel zwar vor, sind jedoch so selten, dass die Kanäle an jenen Stellen nicht braun gefärbt erscheinen. Das Plasma der Zellen jener vier Stränge (Taf. XXXI, Fig. 26), welche aus der Verödung der proximalen Enden der Radialkanäle hervorgegangen sind, ist von braunem Pigment vollständig frei.

Es weicht also das Kanalsystem der ausgebildeten Meduse nur in so fern von dem Kanalsystem der Knospe ab, als sich bei der Meduse ein Ringkanal am Rande der Entodermlamelle ausgebildet hat, von dem in der Knospe keine Spur vorhanden war, und dass zugleich mit der Abschnürung der Knospe vom Blastostyl auch die proximalen Kanalenden obliterirten. Diejenigen schmalen Kanäle, welche die Radialkanäle mit dem Ringkanale verbinden, müssen auch als Bildungen angesehen werden, welche nur der reifen Meduse zukommen, die in der Knospe fehlen und die sich knapp vor der Geburt ausgebildet haben.

Die Entodermlamelle ist, besonders an Querschnitten durch den Schirmrand (Taf. XXXII, Fig. 35), desshalb leicht nachweisbar, weil sie eine Strecke weit in der Mitte der Gallerte verläuft, und sich erst in einiger Entfernung vom Ringkanal der Subumbrella nähert (Taf. XXXII, Fig. 35, 36). Sie bietet keine wesentlichen Eigenthümlichkeiten und besteht aus denselben flachen Zellen mit deutlichem Kern, die von zahlreichen anderen Medusen beschrieben worden sind.

Die Genitalprodukte sind bereits oben genau beschrieben worden, so dass ich hier nicht weiter auf dieselben einzugehen brauche.

Die Stellung der Eucopella zur Keimblättertheorie.

Wenn wir die oben dargestellten Ergebnisse der histologischen Untersuchung unseres Hydroiden überblicken, so muss es zunächst auffallen, dass die beiden Keimblätter in den verschieden gestalteten Personen, welche in einem Zeugungskreise vorkommen, sehr verschiedene Leistungen zu verrichten haben.

Die Nährthiere besitzen im Entoderm alle Zellenarten, die überhaupt am Trophosom vorkommen, mit Ausnahme der Chitinzellen, während im Ektoderm die mit der Verdauung und Exkretion betrauten Elemente fehlen. Wir haben diese letzteren oben nach ihren Funktionen in drei Kategorien zu bringen gesucht, welchen sich jedoch keineswegs die Zellen ohne Weiteres einreihen lassen, da in vielen Fällen mehr als eine Funktion von derselben Zelle ausgeübt werden dürfte. Namentlich treffen wir bei der Sonderung von Exkretions- und Drüsenzellen, welche ein verdauendes Sekret liefern, auf unübersteigliche Hindernisse. In beiden primären Keimblättern finden sich Stütz-, Drüsen- und Nesselzellen, so wie Sinneszellen vor. Es liegt nahe die Chitinzellen des Ektoderms mit den Verdauungszellen des Entoderms zu vergleichen, wodurch die Äquivalenz der Keimblätter noch klarer hervortritt.

Das Mesoderm besteht außer der indifferenten Stützlamelle — die gewissermaßen als primäres Mesoderm den subepithelialen Schichten, welche als sekundäres Mesoderm hinzukommen, entgegengestellt werden kann — aus Muskelzellen, Ganglienzellen und Nesselkapselbildungszellen. Das »interstitielle Gewebe« Kleinenberg's ist somit hier schon hoch differenzirt. Auch dadurch dokumentirt sich das Nährthier als außerordentlich hoch entwickelt, dass seine gesammte Muskulatur mesodermal, das heißt subepithelial geworden ist. Der entodermale Theil des Mesoderms, das viscerale Blatt, zeichnet sich in erster Linie dadurch aus, dass wir hier das Centralorgan des Nervensystems, einen Ring von Ganglienzellen und Nervenfasern antreffen. Außer den cirkulären Muskeln, welche durch ihre weit hinaufreichenden Muskelkörperchen sich als erst kürzlich ins Mesoderm herabgerückte Elemente dokumentiren und den Nesselkapselbildungszellen, sind die Chordazellen des Stützringes und der Tentakelachsen dem visceralen Blatte zuzutheilen.

Das parietale Blatt enthält mit Ausnahme der Chordazellen die gleichen Elemente wie das viscerale, nur dass hier die Muskeln longitudinal verlaufen und den Hauptbestandtheil ausmachen, während die Ganglienzellen an Zahl zurücktreten.

In der weiblichen Meduse (Taf. XXXII, Fig. 33) finden wir wesentlich andere Verhältnisse. Das Ektoderm hat hier einen großen Theil der Leistungen des Entoderms des Trophosom übernommen. Dies steht im Zusammenhang mit der freien und ephemeren Lebensweise der Meduse. Wir finden ein, aus durchaus gleichartigen, mit braunem Pigment erfüllten Zellen bestehendes Entoderm, während im Ektoderm Deckzellen, Stützzellen, Cnidoblasten und Sinneszellen zur Ausbildung gelangen.

Die mesodermale Gallerte wird durch die Radialkanäle und die Entodermlamelle in eine dicke, dorsale Gallertschicht und in eine zarte subumbrale Stützlamelle geschieden, sie entbehrt zelliger Einlagerung. Sehr hoch ausgebildet ist das parietale Blatt, das ektodermale Subepithel. Wir finden in demselben das nervöse Centralorgan und seine Anhänge, die Meridianalnerven und die inneren Zellen der Gehörblase so wie die mächtige Ringmuskulatur der Subumbrella, welche sich aus durchaus subepithelialen quergestreiften Fasern zusammensetzt. Wir unterscheiden demnach in dieser Schicht Muskelzellen, kleine und große Ganglienzellen, Nervenfasern, Nesselkapselmutterzellen, Konkrementzellen und Hörzellen. Im visceralen Blatte hingegen finden wir die Eizellen so wie die flachen Elemente der Entodermlamelle.

Die männlichen Medusen (Taf. XXXII, Fig. 31) unterscheiden sich in so fern von den weiblichen, als im Ektoderm außer den oben genannten Elementen noch die Spermatophoren mit ihren Spermatozoen vorkommen, während im visceralen Blatte die Eizellen natürlich ausfallen.

Ich habe mich hier möglichst kurz gefasst, weil die Gebrüder Hertwig[1], was die Verhältnisse der Keimblätter der Medusen anbelangt, nur wenig zu sagen übriggelassen haben. Ich möchte aber dennoch auf zwei Punkte hinweisen, welche Gebrüder Hertwig nicht ausführlich behandelt haben.

Zunächst möchte ich hervorheben, dass es eine, wahrscheinlich den Coelenteraten ausschließlich zukommende Eigenthümlichkeit ist, dass das Mesoderm an allen Punkten der Oberfläche entsteht, indem überall Zellen ins Subepithel herabrücken, während bei anderen Thieren die Mesodermbildung stets von einer oder wenigen bestimmten Zellen abgeleitet werden kann, eine Erscheinung, die wohl auf die frühere oder spätere Bildung des Mesoderms zurückzuführen ist. In dieser Beziehung liefert Eucopella ein neues Beispiel, indem nämlich hier die Zellen, welche zu Eiern werden, unter den Augen des Beobachters unter das Epithel herabrücken und auf diese Weise mesodermal werden.

Ein zweiter Punkt, der mir eine größere Würdigung zu verdienen scheint, ist der, dass die Schirmhöhle, welche in der Jugend abgeschlossen ist und auch bei Blastostylen und den rückgebildeten Medusengemmen geschlossen bleibt, durch Dehiscenz der Zellen der centralen Ektodermkugel entsteht. Diese Zellen sind aber vorher von der Oberfläche herabgerückt und somit mesodermal. Eine Spaltenbildung zwischen Mesodermelementen muss als eine Coelombildung aufgefasst werden, und es wäre dann das Epithel der Subumbrella, welches sich stets morphologisch von jenem der Exumbrella unterscheidet, als eine Art Endothel aufzufassen. Diese Anschauung wird in vielen Fällen noch dadurch unterstützt, dass die Geschlechtsstoffe durch Dehiscenz dieses Endothels in die Schirmhöhle gelangen.

Ganz eben so wären dann die Taschen der Sarsia und anderer Medusen als coelomatische Bildungen aufzufassen, weil auch sie von mesodermalen Elementen der Gallerte und der Stützlamelle eingeschlossen werden. Sowohl für diese Taschen, als auch für die Höhlen der Blastostyle und der rückgebildeten Medusen und der Schirmhöhle ist eine Entstehung durch Spaltung im Gewebe nachgewiesen worden, wesshalb die Hydroiden zu den Pseudocoeliern[2] zu stellen wären.

Der große Unterschied zwischen den höheren Thieren und den

---

[1] O. und R. Hertwig, Der Organismus der Medusen. p. 57 ff.

[2] O. und R. Hertwig, Die Coelomtheorie. Jenaische Zeitschrift für Naturw. Bd. XV. p. 134.

Craspedoten würde demnach nicht in dem völligen Mangel einer Leibeshöhle bei den letzteren liegen, sondern durch die primitive Art bedingt sein, wie sich bei den Craspedoten das Mesoderm bildet.

Betrachtung über den Generationswechsel der Eucopella.

Das Bestreben, allen Kohlenstoff auf der Erde in sich aufzunehmen, ist der unbewusste Zweck eines jeden Organismus. In Folge der unvermeidlichen Abnutzung des Plasma aber muss dasselbe nach einer bestimmten Zeit, wenn es von unbrauchbaren Stoffen überladen worden ist, zu Grunde gehen. Nur die neu hinzugekommenen, frisch assimilirten Theile werden fortwirken können. Würden wir einen kugeligen Moner als Ausgangspunkt für unsere Betrachtung nehmen, so hätten wir eine Plasmamasse, welche nach allen Richtungen hin fortwächst, während die centralen Partien absterben. Es käme eine Hohlkugel von bestimmter Dicke zu Stande, welche immer größer würde, bis aller Kohlenstoff assimilirt ist. Da jedoch wahrscheinlich zugleich mehrere Moneren entstanden und daher eine Konkurrenz eintrat, wurde diese Wachsthumsart in eine zweckentsprechendere umgewandelt. Diese Änderung trat in der Weise auf, dass die ganze Masse eines Urmoners und aller seiner Nachkommen einen Kegel darstellte, dessen Spitze in dem Mittelpunkte jener Kugel lag. Alle der Spitze des Kegels genäherten Theile sterben ab und stellen die verstorbenen Ahnen dar und entsprechen dem abgestorbenen Centralraum der Hohlkugel. Die jeweilige Basalfläche aber ist die im Augenblicke lebende Generation. Die Ausbreitung geschieht in radialer Richtung und man kann von jedem Punkte innerhalb eines solchen Kegels wieder einen Kegel konstruiren, der dann die Nachkommen jenes Organismus darstellt, der jenem Punkte entspricht.

Wir können uns, um dies mit anderen Worten zu sagen, vorstellen, dass jeder zoologische Sammelbegriff ident ist mit einem solchen Kegel. Es theilen sich demnach alle Species, Familien etc. in Bezirke der Hohlkugeloberfläche, und es wird auf diese Art am besten die zoologische Systematik veranschaulicht. Der Kampf ums Dasein ist nichts Anderes als das Streben, möglichst große solche Bezirke einzunehmen. Es tritt uns daher dieser Kampf in scheinbar tangentialer Richtung entgegen. Die Ausdehnung in tangentialer Richtung ist jedoch nichts Anderes als eine Einverleibung von mehr Kohlenstoff: Ernährung. Die durch das Absterben alter Thiere bedingte centrifugale Bewegung des ganzen Oberflächenstückes ist die Aufeinanderfolge der Generationen: Fortpflanzung. Die Resultirende dieser beiden ist der Kegel und wir werden daher wohl alle Lebenserscheinungen aus diesen beiden Faktoren abzuleiten haben und nach der Relation dieser beiden innerhalb der individuellen Zeugungskreise beurtheilen. Überdies können wir hieraus den allgemein gültigen Satz ableiten, dass alle Organismengestalten durch jene unbewusste Tendenz verändert und ausgebildet worden sind, nämlich durch das Bestreben eines jeden Organismus, dass seine Nachkommen den gesammten Kohlenstoff der Erde absorbiren.

Wenn wir verschiedene Thiere nach den hier angedeuteten Gesichtspunkten betrachten, so fällt es uns auf, dass in dem Verhältnis der Ernährung zur Vermehrung bedeutende Unterschiede vorkommen, welche für das Verständnis der ephemeren Thiere von besonderer Wichtigkeit sind. Von dem denkbarst einfachen, möglicherweise bei einzelnen Moneren vorkommenden Fall, dass zu allen Zeiten sich ein Wesen ernährt und vermehrt, weichen die genauer untersuchten Thiere wesentlich ab. Es findet dann immer nur zu Zeiten Vermehrung und zu Zeiten Ernährung statt.

Es kommen hierbei folgende Arten der Vertheilung der beiden Hauptfunktionen vor:

	Vermehrung	Ernährung
Generation der Geschlechtsprodukte oder der sich konjugirenden Thiere	nicht	nicht
Generation ohne ausgebildete Genitalorgane oder sich parthenogenetisch vermehrende	zuweilen	immer
Generation mit Geschlechtsprodukten oder der Endglieder einer parthenogenetischen Reihe	immer	meistens

Der Fall, der auch bei Eucopella uns entgegentritt, dass sich die Geschlechtsgeneration gar nicht mehr ernährt, ist überaus selten.

Von der bei hoch entwickelten Thieren stets vorkommenden Vertheilung dieser Funktionen, welche folgendermaßen ausgedrückt werden kann:

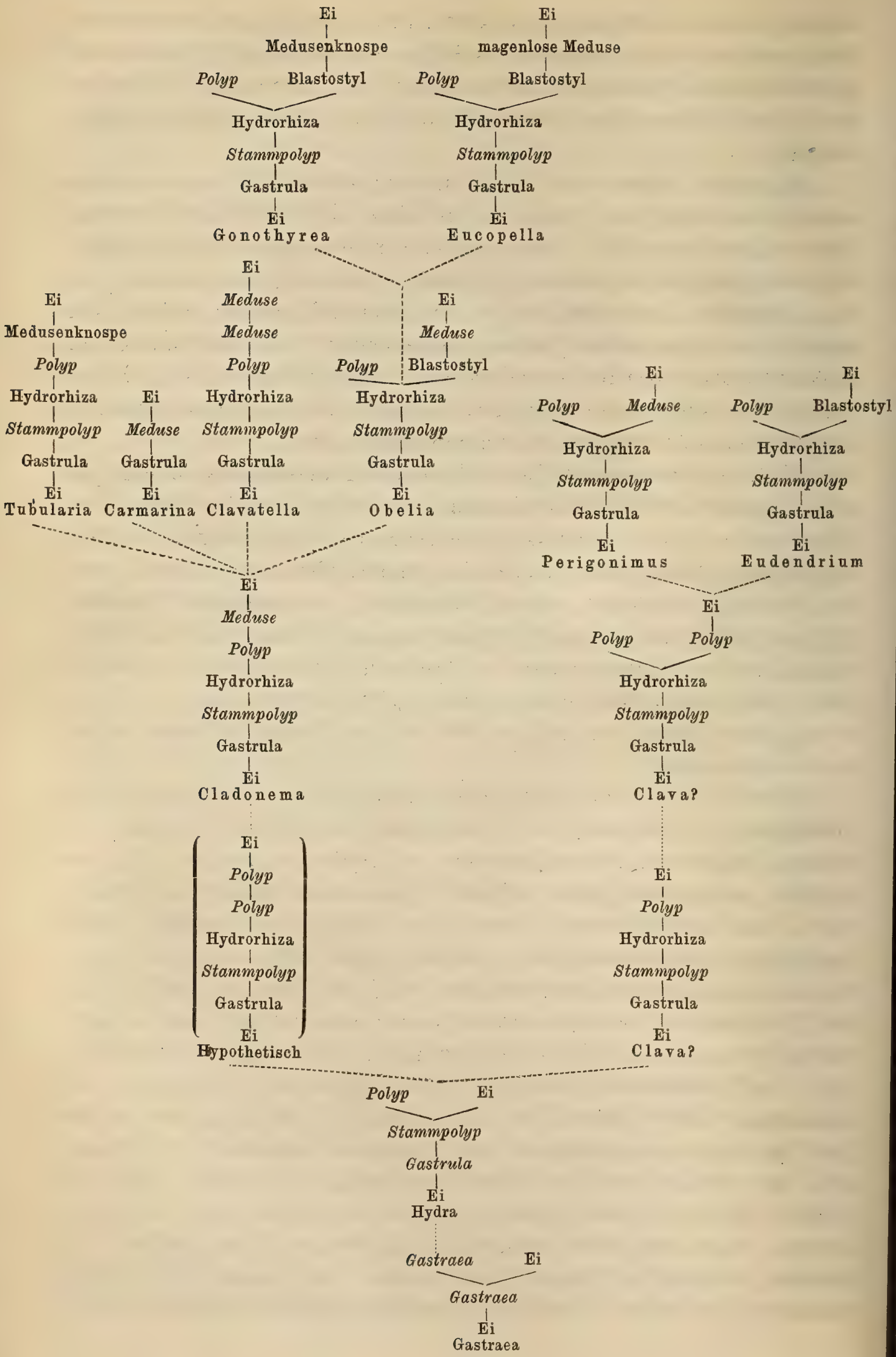
	Vermehrung	Ernährung
Geschlechtsprodukte . . .	nicht	nicht
Jugendform	nicht	immer
Reifes Thier	immer	immer

finden wir zunächst bei niederen Thieren Ausnahmen, indem sich auf ungeschlechtliche Art Larven durch Knospung oder Theilung vermehren. Hier kommt also außer der Vermehrung in der Reife auch eine Vermehrung während der Entwicklung vor. Diese, bei Eingeweidewürmern, Blattläusen und allen parthenogenetisch sich eine Zeit lang vermehrenden Metazoen und Infusorien vorkommende Vermehrungsart ist vorzüglich bei den Coelenteraten verbreitet und ist die Ursache des Generationswechsels.

Abgesehen hiervon tritt aber in sehr seltenen Fällen noch eine zweite Abweichung auf, indem im Stadium der Reife keine Nahrung mehr aufgenommen wird. Diese Art der Vertheilung der beiden Lebensfunktionen treffen wir bei der Eintagsfliege und der Eucopella an. Sie ist es, welche unserer Meduse den ephemeren Charakter verleiht, der dieselbe vor allen anderen Medusen auszeichnet. Die Rückbildung der Ernährungsorgane ist bei derselben noch weiter gediehen als bei Ephemera und es sinkt unsere Eucopella zu einem, mit dem Hectocotylus zu vergleichenden Austräger der Genitalprodukte herab.

Wenn wir nun unsere Eucopella mit den anderen Hydroidpolypen und craspedoten Medusen vergleichen, so werden wir dieselbe als Vertreterin einer ganz eigenen Divergenzrichtung kennen lernen. In dem beigefügten Schema (siehe p. 576) sind jene Stadien und Personen, welche Nahrung aufnehmen, durch Kursivschrift ausgezeichnet. Andere, nicht auf die Ernährung oder Fortpflanzung direkt Bezug habende Differenzen, welche dadurch entstehen, dass sich einzelne Polypen in Wehrthiere umwandeln, sind in dem Schema nicht berücksichtigt. Die den verschiedenen Arten von Zeugungskreisen beigefügten Gattungen sollen als Beispiele dienen.

Wenn wir nun nach den oben angedeuteten Gesichtspunkten das Verhältnis der Ernährung zur Vermehrung, welches uns bei den im Schema angeführten Zeugungskreisen von Hydroiden entgegentritt, betrachten, so wird vor Allem auffallen, dass zumeist Stadien oder Stocktheile, die der Ernährung dienen, aus solchen hervorgehen, deren Aufgabe die Fortpflanzung ist, und umgekehrt. Wir begegnen einem Wechsel in der Funktion nach der Zeit. Bei Eucopella ernährt sich der Hydroidenstock so lange derselbe keine Geschlechtsprodukte erzeugt. Hierauf treten plötzlich die Blastostyle und in diesen zahlreiche Medusen auf. Der Verbrauch an Material während dieser Zeit ist jedenfalls viel bedeutender als die Zufuhr von Nahrung und es wird daher zum großen Theil das vorher aufgespeicherte Reservematerial aufgezehrt. Der Blastostyl, die Meduse und die Geschlechtsprodukte entstehen also zum größten Theil auf Kosten dessen, was die Nährthiere vorher assimilirt hatten. Und nicht allein das, auch das Material zum Aufbau der Gastrula, welches die junge Larve verzehrt, ehe sie sich zu ernähren beginnt — der Dotter —, wird von demselben Material herzuleiten sein.


Ei
Medusenknospe
Polyp
Blastostyl
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Gonothyrea
Ei
magenlose Meduse
Polyp
Blastostyl
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Eucopella
Ei
Medusenknospe
Polyp
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Tubularia
Ei
Meduse
Gastrula
Ei
Carmarina
Ei
Meduse
Meduse
Polyp
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Clavatella
Ei
Meduse
Polyp
Blastostyl
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Obelia
Ei
Polyp
Meduse
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Perigonimus
Ei
Polyp
Blastostyl
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Eudendrium
Ei
Meduse
Polyp
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Cladonema
Ei
Polyp
Polyp
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Clava?
Ei
Polyp
Polyp
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Hypothetisch
Ei
Polyp
Hydrorhiza
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Clava?
Polyp
Ei
Stammpolyp
Gastrula
Ei
Hydra
Gastraea
Ei
Gastraea
Ei
Gastraea

Wir sehen also eine Reihe von sehr verschiedenen, theils festsitzenden, theils freischwimmenden Stadien, welche mittels Generationswechsel aus einander hervorgehen, von welchen allen nur eine Art von Personen und eine Generation die Nahrung für alle übrigen Stadien herbeischafft.

Dieser Art des Zeugungskreises sind jene beiden verwandt, welche durch Tubularia und Gonothyrea (siehe Schema) repräsentirt werden. Es werden auch bei diesen beiden Nahrungsstoffe nur von den Polypen aufgenommen. Die Rückbildung der Meduse ist hier jedoch in einer ganz anderen Art vor sich gegangen. Sie verliert allmählich die Sinnesorgane und die Bewegungsorgane, während in einzelnen Fällen Tentakel und stets Magenrudimente erhalten bleiben. Eucopella steht hierzu in völligem Gegensatze, indem bei dieser Meduse Magen und Tentakel vollständig fehlen, die Muskulatur, das Nervensystem und die Sinnesorgane aber, wie wir oben gesehen haben, eine sehr hohe Ausbildung erlangen.

Jedenfalls sind beide Zeugungsarten aus jener indifferenten hervorgegangen, welche durch zahlreiche Hydroiden, wie Cladonema, Sarsia etc. repräsentirt wird, bei welcher die Meduse frei wird und bei welcher sowohl die Meduse wie auch der Polyp sich ernährt. Eine andere, weit ausgebildete Divergenzrichtung wird von Hydroiden eingenommen, bei denen wie bei Zygodactyla z. B. der Hauptantheil der Ernährung der freien Meduse zufällt. Am Endpunkte dieser, der Eucopella, Tubularia und Gonothyrea gegenüber zu stellenden Reihe treffen wir die Trachymedusen an (Carmarina im Schema). Hier sind die Stadien vom Stammpolypen bis zum Blastostyl ausgefallen. Die ganze Ernährung wird ausschließlich durch die Meduse ausgeführt. Wir könnten also die Trachymedusen der Hydractinia z. B. entgegenstellen, wo die medusoiden Knospen bis zur Unkenntlichkeit rückgebildet sind.

Für das im Schema als hypothetisch hingestellte Stadium könnte man vielleicht die eine oder andere von jenen Formen in Anspruch nehmen, bei welchen medusoide Gemmen an den Trophosomen sprossen, und bei denen die Geschlechtsgeneration auf einer sehr tiefen Stufe steht.

Abgesehen davon, dass bei den Insekten nur selten Parthenogenesis und Generationswechsel auftritt, ließen sich ähnliche Reihen in dem Verhältnis von Ernährung und Fortpflanzung in verschiedenen Stadien auch für die Insekten aufstellen. Wir treffen hier im Allgemeinen eine lange lebende und sich ernährende Larve und ein kurz lebendes sich ebenfalls ernährendes Geschlechtsthier an. Es würden also die meisten Insekten in dieser Hinsicht etwa jener Zeugungskreisart entsprechen, welche wir bei Eucope antreffen.

Wenn wir Eucopella mit den nächsten Verwandten vergleichen, so können wir alle Hydroiden, welche zu craspedoten Medusen gehören, so wie die letzteren selbst nach vier Divergenzrichtungen eintheilen und werden dann erkennen, dass alle Gestaltungsveränderungen im Generationswechsel derselben auf die Schwankung der Stadien zurückzuführen sind, welche die Ernährung besorgen. Als in der Jetztzeit bestehende Endpunkte dieser Reihen wären anzusehen: Trachymedusen, die ganze Ernährung im Medusenstadium, Sarsiaden etc. Die Ernährung z. Th. im Polypen, z. Th. im Medusenstadium, Tubularia etc. Die Ernährung ausschließlich in der Polypengeneration, Medusen sessil. Eucopella eben so, Medusen frei.

Eben so wie die Ephemeralarve lange Zeit ein träges Leben führend sich mästet und das fertige Insekt hierauf in verschwenderischer Eile das langsam gesammelte Material aufbraucht, nährt sich das Polypenstöckchen von Eucopella lange Zeit, bis es endlich die hoch entwickelte magenlose Geschlechtsgeneration erzeugt, die, von Luft und Liebe lebend, geboren wird, gebärt und stirbt.

Brighton bei Melbourne, im Januar 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVII.

Fig. 1. Hydroidenstöckchen mit weiblichen Gonophoren, nach dem Leben gemalt. 70 : 1.

Der Gonophor *a* enthält eine völlig reife Meduse und eine kleine Knospe.

Der Gonophor *b* hat vor Kurzem eine Meduse ausgestoßen und ist desshalb theilweise leer.

Fig. 2. Weibliche Meduse, nach dem Leben gemalt. 100 : 1.

Fig. 3. Laminaria mit gonophorentragendem Hydroidenstöckchen. Nach dem Leben gemalt in natürlicher Größe.

Tafel XXVIII.

Fig. 4. Stück eines Tentakels aus der proximalen Hälfte. 2000 : 1.

A, von Epithel und Muskelschicht entkleideter Theil;
B, Theil, wo nur das Deckepithel entfernt wurde;
C, Theil mit intaktem Epithel.

Fig. 5. Längsschnitt durch ein Nährthier. 400 : 1.

Fig. 6. Längsschnitt durch die Spitze eines Tentakels. 2000 : 1.

E, Entodermzellen der Tentakelachse;
F, Fetttröpfchen in denselben;
S, Stützlamelle;

M, ektodermale Längsmuskeln;
m, Muskelkörperchen;
C, Cnidoblasten;
c, junge, noch subepitheliale Cnidoblasten;
s, Sinneszellen;
D, kubische Deckepithelzellen.

Fig. 7. Querschnitt durch einen Tentakel in der Nähe seiner Ursprungsstelle. 2000 : 1.

F, Fetttropfen;
H, Zellhaut der durchschnittenen entodermalen Achsenzelle;
S, Stützlamelle;
M, ektodermale Längsmuskeln;
m, dazu gehörige Muskelkörperchen;
G, große, motorische Ganglienzelle;
c, junge, noch subepitheliale Cnidoblasten;
C, Cnidoblasten;
s, Sinneszellen;
D, Deckzellen.

Tafel XXIX.

Fig. 8. Längsschnitt durch das Entoderm der Proboscis, das Ektoderm ist nicht gezeichnet. 1500 : 1.

S, Stützlamelle;
M, entodermale Cirkulärmuskeln;
m, zugehörige Muskelkörperchen;
G, entodermale Ganglienzelle;
n, Nervenplexus;
s, entodermale Sinneszellen;
E, Stützzellen.

Fig. 9. Entoderm aus der drüsenhaltigen Region der Magenwand. 1500 : 1.

S, Stützlamelle;
E, gewöhnliche Entodermzellen;
d, große cylindrische Drüsenzelle;
d', kleinere, die Höhe des Epithels nicht erreichende Drüsenzellen.

Fig. 10. Querschnitt durch die Hydrorhiza. 100 : 1.

L, Theil der Laminaria, welchem die Hydrorhiza anliegt;
P, Perisarc;
C, Coenosarc.

Fig. 11. Querschnitt durch die Zellenschicht, welche dem Becher innen anliegt. 1500 : 1.

E, indifferente Ektodermzellen;
D, Chitindrüsenzellen;
B, Becher.

Fig. 12. Wie Figur 11, nur haben sich hier, wie das oft geschieht, die indifferenten Zellen von der Innenwand des Bechers abgehoben.

Fig. 13. Querschnitt durch ein Nährthier dicht unter der Ursprungsstelle der Tentakeln (durch den Halstheil). 700 : 1.

E, Entoderm;

S', Stützlamelle zwischen der oberflächlichen und der subepithelialen Schicht von Entodermzellen;
E', entodermale Zellen, welche den Ring bilden, aus dem sich die Tentakelachsen erheben;
S, Stützlamelle;
M, ektodermale Längsmuskeln;
m, dazu gehörige Muskelkörperchen;
D, ektodermale Deckzellen.

Fig. 14. Querschnitt durch ein Nährthier in der Magenregion. 700 : 1.
E, Entoderm;
d, entodermale, cylindrische Drüsenzellen;
d', kleinere, die Höhe des Epithels nicht erreichende Drüsenzellen;
S, Stützlamelle;
M, ektodermale Längsmuskeln;
m, dazu gehörige Muskelkörperchen;
D, ektodermales Deckepithel.

Fig. 15. Die Entwicklung der Hydrotheca. 60 : 1.
A, indifferentes, sehr dünnwandiges Jugendstadium;
B_1 und B_2, einander entsprechende Stadien der dünn- und der dickwandigen Becherformen;
C_1 und C_2, spätere, einander entsprechende Stadien der beiden Formen;
D, ausgebildete Becher;
  D_1, dickwandige, unregelmäßige Form;
  D'_1, dickwandige, reguläre Form;
  D_2, dünnwandige, unregelmäßige Form;
  D'_2, dünnwandige, reguläre Form.

Tafel XXX.

Fig. 16. Schematische Darstellung der Entstehung eines Eies. Querschnitte durch das Entoderm der Hydrorhiza. Etwa 1500 : 1.

Die bei *A* noch wenig differenzirte Entodermzelle *o* rückt allmählich in die Tiefe, wobei sie eine kegelstutzförmige Gestalt annimmt (*B*). Zunächst verbreitert sich die Basalfläche, während sich die freie Endfläche verkleinert (*C*); endlich wird die freie Endfläche gleich Null und durch weitere Abflachung (*D*) gelangt die Zelle unter das übrige Epithel und wandelt sich durch flächenhafte Ausbreitung in die fertige subepitheliale Eizelle um (*E*).

Fig. 17. Eizellen aus der subepithelialen Schicht des Entoderms des Stieles eines weiblichen Gonophor auf der Wanderung begriffen in amöboider Gestalt. 800 : 1.

Fig. 18. Querschnitt durch einen weiblichen Gonophor in der Höhe der Geraden *x* (Fig. 19). 200 : 1.
D, ektodermales Deckepithel, welches zum Epithel der unteren Schirmfläche der Meduse wird;
o, Eizellen;
E, Entoderm der Radialkanäle der Medusenknospe;
en, Entodermlamelle;
C, Radialkanäle der Medusenknospe;
G, gallertiges Bindegewebe, welches zur Schirmgallerte der Meduse wird;

D', ektodermales Deckepithel der Exumbrella der Medusenknospe;
H, dünne Chitinhülle, welche die Knospe umschließt;
d, chitindrüsenhaltiges, ektodermales Gewebe des Blastostyl, welches der Chitinhülle der Medusenknospe außen anliegt;
c, Radialkanäle des Blastostyl;
e, Entoderm derselben;
d', chitindrüsenhaltiges, ektodermales Gewebe des Blastostyl, welches der Innenwand der Gonotheca anliegt;
B, Gewebebrücken;
T, Gonotheca.

Fig. 19. Längsschnitt durch einen weiblichen Gonophor nach der Geraden *y* (Fig. 18). 200 : 1.

a, nesselkapselhaltiges, ektodermales Epithel der distalen Fläche des Gonophor;
b, Gastralraum des Blastostyl;
m, Muskeln in der Wand des Gastralraumes des Blastostyl;
L, Laminaria;
o', auf der Wanderung begriffene Eizellen;
c, Radialkanäle des Blastostyl;
C, Radialkanäle der Medusenknospen;
R, Hydrorhiza.

Fig. 20. Längsschnitt durch den basalen Theil eines weiblichen Gonophors. 400 : 1.

K, junge Medusenknospe;
K', ältere Knospe;
o, Eizellen;
o', Eizellen auf der Wanderung;
C, Radialkanäle der Medusenknospen;
c, Radialkanäle des Blastostyl;
D, Chitindrüsenzellen;
a, ektodermale Gewebemasse der Knospe *K*, welche sich bei weiterer Entwicklung in zwei, durch Gewebebrücken verbundene Schichten spalten wird, wie dies bei *K'* schon eingetreten ist (*a'*);
B, eben so entstandene Gewebebrücken des Blastostylektoderms;
R, Hydrorhiza;
e, Entodermzellen der Hydrorhiza, welche sich in Eizellen umbilden.

Tafel XXXI.

Fig. 21. Querschnitte durch zwei sehr junge, männliche Medusenknospen. 600 : 1.

A, jüngeres Stadium;
  C, Radialkanal; *b*, Gewebebrücken;
  E, Ektoderm der künftigen Subumbrella;
  s, Ektodermzellen, welche sich zu Spermatophoren entwickeln werden;
  en, Entodermlamelle;
  e, Epithel der künftigen Exumbrella.
B, älteres Stadium; Bezeichnungen wie bei *A*. Die Gewebebrücken sind geschwunden und die zu Spermatophoren sich umbildenden Zellen erscheinen bereits von trübem Plasma ganz erfüllt.

Fig. 22. Querschnitte durch Radialkanäle junger männlicher Medusenknospen. 1000 : 1.

A, Stadium, welches auf Fig. 21 *B* folgt;
  s, Spermatophorenbildner, nehmen hier bereits eine länglich cylindrische Gestalt an;
  E, Deckepithel der künftigen Subumbrella;
  S, Stützlamelle, zugleich die erste Anlage der Schirmgallerte;
  e, Epithel der künftigen Exumbrella;
  en, Entodermlamelle;
  En, Entoderm des Radialkanales.

B, späteres Stadium. Bezeichnungen wie bei Fig. 22 *A*. Die Spermatophorenbildner strecken sich und beginnen sich zu theilen.

Fig. 23. Querschnitt durch einen Radialkanal einer ziemlich ausgebildeten männlichen Knospe. 1000 : 1.

Bezeichnungen wie bei Fig. 22 *A*. Die Spermatophoren sind von Spermatoblasten ganz ausgefüllt.

Fig. 24. Ansicht einer reifen männlichen Medusenknospe. 80 : 1.

Fig. 25. Querschnitt durch eine reife männliche Knospe. 150 : 1.
  C, Radialkanäle;
  H, Chitinhülle der Knospe.

Fig. 26. Flächenansicht des aboralen Poles der Meduse von innen. 270 : 1.
  C, Radialkanäle;
  m, obliterirter Ursprungstheil derselben.

Fig. 27. Querschnitt durch den aboralen Pol der Meduse. 270 : 1.
  C, Radialkanäle;
  m, obliterirter Theil derselben;
  n, nabelförmige Einziehung der Exumbrella am Pol.

Fig. 28. Reifer Spermatophor. 1500 : 1.

Fig. 29. Reife Samenthierchen. 4000 : 1.

Fig. 30. Reifes Ei. 160 : 1.

Tafel XXXII.

Fig. 31. Schematischer Querschnitt durch eine männliche Meduse.
  Ektoderm roth;
    epitheliale Schicht licht, subepitheliale Schicht dunkel.
  Entoderm blau;
    epitheliale Schicht licht, subepitheliale Schicht dunkel.

Fig. 32. Flächenansicht des Ringnerven von außen. 350 : 1. Links ist die epitheliale Schicht entfernt.
  R, Ringnerv; *N*, Radialnerv der Exumbralrippen;
  n, Nerven, welche sich auf der Exumbrella unter dem Epithel derselben ausbreiten;
  c, junge subepitheliale Cnidoblasten;
  G_1, bipolare
  G_2, unipolare } Ganglienzellen;
  G_3, multipolare
  O, Gehörblase;
  s, Sinnes- und Nesselepithel über den Nerven;
  d, gewöhnliches Deckepithel.

Fig. 33. Querschnitt durch eine weibliche Meduse. Wie Fig. 31.

Fig. 34. Innerer, subumbraler Theil des Ringnerven. Flächenansicht. 900 : 1.
- *G*, große, multipolare, motorische Ganglienzellen (liegen in Wirklichkeit nicht so nahe bei einander, wie die zwei in der Figur);
- *R*, Ringnerv;
- *M*, Subumbralmuskeln;
- *M'*, Velummuskeln.

Fig. 35. Querschnitt durch den Ringnerv und eine Otolithenblase. 700 : 1.
- *C*, Ringkanal;
- *E*, Entoderm des Ringkanales;
- *g*, Schirmgallerte;
- *S*, Stützlamelle des Velum;
- *e*, Entodermlamelle;
- *M*, cirkuläre Muskeln der Subumbrella;
- *M'*, cirkuläre Muskeln der Innenseite des Velum;
- *m*, Muskelkörperchen;
- *G'*, große motorische Ganglienzelle des subumbrellaren Nerven;
- *G*, sensitive kleine Ganglienzellen des exumbrellaren Nerven;
- *R*, querdurchschnittene Fasern des exumbrellaren Ringnerven;
- *R'*, querdurchschnittene Fasern des subumbrellaren Ringnerven;
- *c*, junge, subepitheliale Cnidoblasten;
- *D'*, hohes Deckepithel der Subumbrella;
- *D*, plattes Deckepithel der Exumbrella;
- *s*, Stützzellen;
- *si*, Sinneszellen;
- *Cn*, Cnidoblasten;
- *H*, hohe, dem Subepithel des Ektoderm angehörige Sinneszellen der Gehörblase; *O*, Otolith.

Fig. 36. Querschnitt durch den Schirm, senkrecht zur Achse der Meduse. 700 : 1.
- *O*, Ei; *H*, Eihaut; *e*, Entodermlamelle;
- *Ec*, ektodermales Deckepithel über dem Eie;
- *Ec'*, Subumbrellaepithel;
- *M*, Cirkulärmuskeln;
- *En*, Entoderm;
- *C*, Radialkanal;
- *g*, Schirmgallerte;
- *Ec''*, Exumbrellaepithel;
- *N*, exumbrellarer Meridianalnerv mit hohem Sinnes- und Nesselepithel und mit
- *s*, Subepithel.

Fig. 37. Isolirte quergestreifte Muskeln der Subumbrella. 1200 : 1.

Die Eihaut von Python bivittatus.

Mit Bemerkungen über einige andere Reptilieneier und die Genesis dieser Eihäute.

Von

W. v. Nathusius-Königsborn.

Mit Tafel XXXIII und XXXIV.

Im Mai 1882 legte, wie mehrfach auch in Berliner Zeitungen erwähnt wurde, Python bivittatus im dortigen Aquarium eine große Zahl von Eiern ab. Ich habe früher schon Gelegenheit genommen, die Schalenstruktur von Reptilieneiern zu untersuchen. Die Resultate sind in dieser Zeitschrift Bd. XIX und XXI in Verbindung mit Untersuchungen von Vogeleiern publicirt. Auch in Cabanis' Journ. f. Ornithologie 1871, Nr. 112 sind in einer Zusammenstellung der Resultate meiner Untersuchungen der Eihüllen p. 244 und ff. noch einige Beobachtungen an Reptilieneiern erwähnt. Leider handelte es sich bei diesen Reptilieneiern meistens um schlecht konservirte Objekte und, wenigstens was Genus und Species betraf, von unbekanntem Ursprung. Desshalb legte ich einigen Werth auf die Erlangung eines dieser Pythoneier, und wurde meiner an die Direktion des Berliner Aquariums gerichteten Bitte um Übersendung eines dieser Eier in der freundlichsten und bereitwilligsten Weise entsprochen, wofür der Dank hiermit ausgesprochen wird.

Der längste Durchmesser dieses Eies betrug in gekochtem Zustande 99 mm, der kürzeste 65 mm.

Da ich auch auf die genauere Untersuchung des Inhaltes Werth legte, und diese in gewisser Richtung bei dem gekochten Ei präcisere Resultate ergiebt, wie wenigstens bei Vogeleiern frühere Erfahrungen zeigten, wurde das Ei circa $1/2$ Stunde in siedendem Wasser gehalten, und nach dem Erkalten in der Längenrichtung durchschnitten.

Eine von einem Dotter gesonderte Eiweißschicht war innerhalb der Eihaut nicht zu bemerken, und keinerlei Membran — Dotterhaut oder Chalazen entsprechend — im Inneren nachzuweisen: Der Inhalt ein

Gemenge von eiweißartigen stark lichtbrechenden Körnchen mit Fettkugeln; in deren Zwischenräumen feinkörnige Eiweißmasse. Diese feinkörnige Beschaffenheit zeigt auch beim Vogelei das Eierweiß stets, wo es aus wässeriger weniger koncentrirter Lösung durch Hitze coagulirt ist.

Trotz des anhaltenden Kochens war die Masse nicht so konsistent, dass sie eigentlich schnittfähig gewesen wäre, was die Gestaltung und den Zusammenhang dieser einzelnen Bestandtheile genauer hätte erkennen lassen. Ein Versuch berechtigt zu der Annahme, dass Härtung in absolutem Alkohol die Anfertigung feiner Schnitte würde gestattet haben. Material dazu war aber nicht konservirt.

Dieses gänzliche Fehlen einer Sonderung des Inhaltes der Eihaut in Dotter und Eiweiß würde den Zweifel an einer normalen Beschaffenheit des untersuchten Eies nahe gelegt haben, wenn nicht die älteren RATHKE'schen Untersuchungen (Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839) ganz Ähnliches ergäben.

Pag. 5 u. ff. heißt es daselbst: »Zwischen Schalenhaut und Dotterhaut fand ich, selbst in solchen Eiern der Natter und Viper, in welchen sich der Embryo noch nicht zu bilden begonnen hatte, nicht die geringste Quantität von Eiweiß (Albumen). Es befremdete mich dieser Umstand nicht wenig, da man gewohnt ist, sich zwischen Schalenhaut und Dotterhaut immer eine Quantität von flüssigem Eiweiße zu denken, ich überdies auch in den frisch gelegten Eiern einer Schildkröte (Emys europaea) eine ansehnliche Masse von einer solchen Flüssigkeit gefunden hatte, nämlich über halbmal so viel, als die Masse des Dotters betrug. Indess fand ich später, dass auch in den Eiern der Lacerta agilis, mochten sie gelegt oder noch nicht gelegt sein, die Dotterhaut der Schalenhaut, wie in den Eiern der Natter und Viper, dicht anliegt.«

In einer Anmerkung wird hinzugefügt, dass früher schon EMMERT und HOCHSTETTER (REIL's Archiv, Bd. X, p. 87), dessgleichen VOLKMANN (De Colubri Natricis evolutione. Lips. 1834. p. 5) dieselben Wahrnehmungen gemacht haben.

Allerdings wird in einer zweiten Anmerkung erwähnt, dass v. BAER (Über Entwicklungsgesch. d. Thiere. Bd. II. p. 15) angebe, dass in den Eileitern der Schlangen der Dotter eine Lage flüssigen Eiweißes erhalte, und um diese sich dann die Schalenhaut bilde. RATHKE fügt hier indess hinzu: »Ist dieses aber wirklich der Fall, so muss jene Lage sehr dünn sein, und bald entweder durch Aufnahme in den Dotter, oder durch Umwandlung in einen Theil der Schalenhaut (die ja ganz und gar nur aus einer Flüssigkeit entstehen kann) spurlos verschwinden, so dass sie nur wenig in Betracht kommen kann.«

Sehr auffallend ist dem gegenüber, dass in desselben Autors: Unters. über d. Entwicklung u. d. Körperbau d. Krokodile, p. 7 gesagt wird: »Vom Eiweiß ist in den Eiern der Krokodile lange nicht eine so beträchtliche Quantität vorhanden, wie in denen der Schildkröten, — —, sondern es bildet dasselbe um den Dotter im Verhältnis zu diesem nur eine ungefähr eben so mäßig dicke Lage, wie in den Eiern der Nattern und der Eidechsen.«

Hierbei kommt indess in Betracht, dass die Untersuchungen über die Krokodile erst nach dem Tode Rathke's von Wittich nach hinterlassenen Handschriften im Jahre 1866 veröffentlicht sind, und dass letzterer in der Vorrede, in welcher einer stattgehabten »Ordnung« dieser Hinterlassenschaft erwähnt wird, nicht unterlässt auszusprechen, dass sowohl aus mündlichen Mittheilungen, als aus Randbemerkungen ihm hervorgegangen sei, dass Rathke selbst die Arbeit weder der Form noch dem Inhalte nach für druckfertig hielt.

Demnach ist einer solchen gelegentlichen Erwähnung, gegenüber dem so bestimmt in der Arbeit über das Natterei Ausgesprochenen, eine wesentliche Bedeutung nicht beizulegen. Jedenfalls läge nach den Beobachtungen Rathke's und Anderer in dem Fehlen einer Eiweißschicht im gewöhnlichen Sinn bei den Pythoneiern keine Veranlassung, dieselben für abnorm zu halten. Auf diese Frage im Allgemeinen komme ich zurück, nachdem ich gezeigt haben werde, dass bei Python allerdings das Vorhandensein einer obwohl schwachen Schicht anzunehmen ist, welche als Eiweiß im gewöhnlichen Sinne zu bezeichnen wäre. Zunächst ist hier wohl der Ort, dessen zu gedenken, was von Anderen über die Hüllen der Reptilieneier erforscht ist.

Leydig erwähnt in seinem Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere p. 515 ganz kurz, dass die Eischale von Lacerta agilis aus Fasernetzen bestehe, die in Nichts von elastischen Fasernetzen verschieden scheinen. In einer Anmerkung fügt er dann noch hinzu: »Eine ganz merkwürdige Schicht von Fasern findet sich, wie Haeckel entdeckt hat (Müll. Archiv 1854), unterhalb der Dotterhaut zwischen ihr und dem Dotter an den Eiern der Scomberesoces: sie sind einfach, solid, glashell, das eine Ende allmählich in eine Spitze ausgehend, das andere in einen Kolben anschwellend. Man hat bis jetzt keine Ahnung was sie bedeuten oder was aus ihnen wird.«

Es mag dies nicht als hierher gehörig betrachtet werden, ich glaube aber doch, an diese sonderbare Sache erinnern zu müssen, da ich ähnliche Gestaltungen der Schalenhautfasern vielfach zu erörtern haben werde.

In demselben Sinne erinnere ich auch daran, dass Agassiz in seiner

Embryology of the turtle (in Contributions to the natural history of the United States of Amer. Vol. II) nebenbei auch die Hüllen des Schildkröteneies und dabei das Eiweiß als aus unzähligen Lagen strukturloser Substanz[1] bestehend beschreibt, in welcher Substanz eine Menge länglich ovaler Körper eingebettet sind. Die Schalenhaut soll aus ähnlichen dichtgedrängten Körpern bestehen, die sich nach außen selbst zu Fasern zusammenordnen. Ferner soll im befruchteten Ei die Hauptmasse des umgebenden Eiweißes in den Dotter aufgenommen werden, so dass zuletzt der Dotter die Eischale fast vollständig ausfüllt. Ein für die Entwicklungsgeschichte der Eihüllen sehr wichtiger Umstand.

Leider kann ich bei der schweren Zugänglichkeit jener Agassiz-schen Arbeit dieses Citat augenblicklich nur dem Referat im Henle'schen Jahresbericht für 1860 entnehmen.

H. Landois[2] hat die kolbenförmigen Endungen der Schalenhautfasern bei Tropidonotus natrix, ohne von den später zu erwähnenden Weinland'schen und Lereboullet'schen Arbeiten Kenntnis zu haben, selbständig aufgefunden und beschrieben, in einem Anhang zu seinen Untersuchungen über die Vogeleischale. Bezüglich der letzteren bemerke ich nur, dass er, wie Alle, welche sich eingehend mit diesem Gegenstand beschäftigt haben, gedrungen gewesen ist, bei der Genesis der Schale und der Schalenhaut organisirte Gewebe herbeizuziehen. Er leitet diese indess, wenn auch in anderer Weise als Meckel[3], aus dem mütterlichen Organismus und nicht aus dem Ei selbst ab.

Es würde hier zu weit führen, auf die Einzelnheiten einzugehen. Auf Landois' spätere Modificirung dieser Auffassung und meinen Dissens von derselben habe ich später zurückzukommen, und bemerke nur, dass Landois die Knöpfe der Fasern in der Schalenhaut des Nattereies als solide erklärte, ihren Ursprung in den elastischen Fasern des Eileiters sah und Verschiedenheiten dieser Fasern von denen des Schildkröten- und Vogeleies in einer Weise betont, die etwas zu weit gehen möchte.

Als ich später dieselben Fasern in dieser Zeitschrift[4] beschrieb und abbildete, war mir Landois' frühere Mittheilung nicht gegenwärtig, und habe ich es um so mehr zu entschuldigen, ihrer damals nicht erwähnt zu haben, als mir von meinen früheren Arbeiten über das Vogelei her, die Arbeit, zu welcher sie einen kurzen Anhang bildet, wohl bekannt war.

---

[1] Diese Lagerung ist doch eben Struktur. Wenn sogar bei einem Agassiz ein solcher Lapsus in logischer Beziehung sich bemerklich macht, ist Manches, was von Anderen in dieser Beziehung geleistet wird, weniger verwunderlich.

[2] Die Eierschalen d. Vögel in histol. und genetischer Beziehung. Diese Zeitschr. Bd. XV. 1865.

[3] Diese Zeitschr. Bd. III. 1851.

[4] Bd. XXI. 1871.

Es ist ein eigenthümlicher Umstand, dass sich die irrige Annahme, diese so eigenthümlichen Gebilde seien neuentdeckte, so oft wiederholt. Ich glaube dies daraus erklären zu können, dass immer wieder ihre morphologische Bedeutung unterschätzt wurde, in dem Bestreben, sie bei Erklärungsversuchen auf schon Bekanntes zurückzuführen.

Auch Eimer[1] beschreibt die keulenförmigen Endungen und Varicosen der Schalenhautfasern des Nattereies und bildet sie ab. Er hat sie gefunden bevor er von meiner Arbeit Kenntnis hatte, durch zufällige Umstände ist seine Publikation jedoch eine spätere. Den wichtigen Umstand, dass sie nicht solide sind und aus homogener Substanz bestehen, sondern eine charakteristische Struktur besitzen, auch die mit ihnen verbundenen Fasern vielfach Röhren mit differentem Inhalt oder Luftgehalt sind, bestätigt er. Er macht mir den Vorwurf, dass ich durch irgend welches Versehen die Größe dieser Schalenkörperchen zu hoch angegeben habe. Es müsste schlimm um die Histologie stehen, wenn es gestattet wäre, den Vorwurf eines so groben Irrthums ohne jedes Fundament zu erheben, wie hier. Ich weise ihn bestimmt zurück. Bei Gebilden von so wechselnden Dimensionen hatte ich mich begnügt, die stärkste Dimension von denen, die gerade gezeichnet wurden, auf 40 μ anzugeben. Indem ich die noch vorhandenen Präparate durchmustere, finde ich gleich eins von 60 μ größtem Durchmesser. Auf die Bedeutung dieser Gebilde für die Genesis der Faserhaut und Eischale geht Eimer nicht ein, wie seine Arbeit sich wesentlich nur mit den jungen Eiern, welche noch im Follikel sind, beschäftigt. Der perfekten Eier gedenkt er außer in Beziehung auf diese Fasern nur bei der Erörterung über das von Anderen bestrittene Binnenepithel.

Leydig hat später[2] die Eihüllen von Lacerta agilis, L. vivipara und der Blindschleiche ausführlicher abgehandelt. Er citirt dabei Weinland[3] als denjenigen, der zuerst nach dem Ursprung der Schalenhautfasern geforscht, und denselben auf Zellen, welche sich nach einer Seite hin in eine sehr lange Faser fortsetzen, habe zurückführen wollen. Ferner Lereboullet[4], der ähnlich das gedachte Gewebe aus »nucléoles primitifs« entstehen lasse.

---

[1] Untersuchungen über die Eier der Reptilien. in: Archiv für mikr. Anatomie. Bd. VIII. 1872.

[2] Die in Deutschland lebenden Saurier. Tübingen 1872.

[3] Über d. Eizahn der Ringelnatter. Würtemb. naturw. Jahresheft. 1856.

[4] Rech. sur le developpement du lézard. Ann. d. sc. nat. 1862.

Leydig schließt sich dem nicht an, hat zwar auch bei Lacerta agilis da und dort das Ende einer Faser kolbig angeschwollen und hakig gekrümmt gesehen, hält aber die Fasern für eine Abscheidung der Zellen der Leitungsröhre. Es soll — wenigstens bei Lacerta vivipara, die aber im Wesentlichen, bis auf den bei ihr fehlenden kalkigen Überzug übereinstimmend beschrieben wird — unmittelbar unter dem Uterusepithel eine Faserschicht liegen, auf diese ein dünnes homogenes Häutchen und auf dieses die Dotterhaut folgen, die hier ebenfalls als eine homogene Haut beschrieben wird.

Die Zona pellucida der Blindschleiche wird als radiär gestreift und die Schalenhaut, als ohne Verkalkung lediglich aus jenen Fasern bestehend beschrieben, welche ebenfalls da und dort kolbige helle Anschwellungen, öfter noch von hakiger Krümmung bemerken lassen. Ihre Genesis wird hier ausführlicher erörtert, und zwar so, dass die Epithelzellen des Uterus zunächst einen zusammenhängenden Cuticularsaum entwickeln. Auf diesem bilden sich »die Fasern wie Verdickungen, man könnte sagen wie fadige Skulpturen, ähnlich dem Spiralfaden der Tracheen«.

Eine Abbildung, die einen etwas schematischen Eindruck macht, erläutert diese Darstellung, welche mir wesentlich abweichend erscheint von dem bei Lacerta allerdings kürzer Ausgesprochenen. Eine Erörterung derselben muss ich vorbehalten.

So wichtig die bahnbrechende Arbeit Gegenbaur's [1] für die Lehre vom Ei überhaupt ist, und sich auch mit Reptilieneiern beschäftigt, geht sie im Einzelnen nur auf die jüngeren Entwicklungsstufen ein. Dasselbe gilt für die Waldeyer'schen Arbeiten [2].

Der ersten derselben darf indess wenigstens der für die Verfolgung der späteren Entwicklung bedeutsame Umstand entnommen werden, dass mit dem Reifen des Eies im Follikel eine Rückbildung der Umhüllungsschichten des Dotters, welche sich dort gebildet haben, stattfindet (p. 62 und 71, Fig. 25 und 26). Soll also die Entwicklung der Hüllen des perfekten Eies rückwärts verfolgt werden, so darf dies nicht direkt auf das junge Ei im Follikel, sondern zunächst auf diejenige Hülle geschehen, mit welcher das reifende Ei den Follikel verlässt.

H. Ludwig [3] geht in seiner fleißigen, wesentlich kritisch referirenden preisgekrönten Arbeit wiederum fast nur auf jüngere Entwicklungsstufen ein. Wiederholt erklärt er die außerhalb des Follikels sich bildenden Hüllen als nicht in seiner Aufgabe liegend, was ihn aber nicht verhindert, dabei meist die apodiktische Versicherung ihres accessorischen Ursprungs ohne weitere Begründung zu geben. Einige Zeilen werden (p. 172) der Schalen- und Eiweißbildung der Vogeleier gewidmet. Ich darf doch wohl nicht verschweigen, dass er dabei die »Vorstellungen«, die ich mir von der Schalenbildung mache, für gänzlich verfehlt erklärt. Da ich keine »Vorstellungen« sondern wirkliche Eischalen präparirt und beschrieben habe, fühle ich mich schuldlos, wenn die Wirklichkeit mit dem nicht stimmen will, was anderweitig aus der Phantasie konstruirt ist.

---

[1] Über den Bau und die Entwicklung der Wirbelthiereier. Reichert's Archiv. 1861.

[2] Eierstock und Ei, 1870, so wie: Eierstock und Nebeneierstock. in: Stricker's Gewebelehre 1871.

[3] Über die Eibildung im Thierreiche. 1874.

Wie der Werth des Werkes in der Zusammenstellung der zahlreichen litterarischen Quellen besteht, finden sich, trotz des oben Gerügten, mancherlei werthvolle Einzelnheiten über die komplicirten Hüllen der perfekten Eier auch bei niederen Thieren, z. B. (p. 89) dass bei Gastropoden die Dotterhaut des jungen Eies bei dem abgelegten Ei fehlt und an Stelle derselben die Eikapsel vorhanden ist. Man muss sich doch sehr in den Gedanken der mechanischen Entstehung der letzteren festgesetzt haben, um nicht wenigstens auf die Frage zu kommen: ob das nicht die Entwicklung der Dotterhaut zur Eikapsel bedeute?

Von Loos ist 1881 eine hier einschlagende sehr wichtige Arbeit erschienen, deren an dieser Stelle nur Erwähnung geschieht, da sie ein späteres näheres Eingehen erfordert.

Ganz neuerdings hat Krukenberg gelegentlich von Untersuchungen, die eigentlich eine andere Richtung haben[1], die keulenförmigen Anschwellungen der Schalenhautfasern des Eies von Tropidonotus natrix mit dem von H. Landois, später von Eimer und mir Mitgetheilten wesentlich übereinstimmend aufgefunden und abgebildet. Er findet die Fasern in vielfacher Beziehung an elastische Fasern erinnernd, aber die Widerstandsfähigkeit gegen koncentrirte Kalilauge und auch gegen Enzyme größer als bei dem sogenannten Elastin. Dieselbe Arbeit bringt eine für die Verhältnisse der Eihüllen im Allgemeinen sehr wichtige Notiz, nämlich dass die Gallerthülle, welche beim Selachierei den Dotter umgiebt, gar kein gelöstes Eiweiß im chemischen Sinn enthält. Es wird ausgeführt, dass sie ihre Zähflüssigkeit nur den sie in gequollenem Zustande durchsetzenden feinen Membranen verdanke. Es verflüssige sich diese Masse durch Zusatz von absolutem Alkohol, welcher die Häute zusammenballe und so der Untersuchung darbiete. Krukenberg citirt hierbei W. Kühne[1], welcher in gleicher Weise die Zähflüssigkeit des Eiweißes der Vogeleier auf die dasselbe durchsetzenden Membrane zurückführe.

---

[1] Vergleichende physiol. Studien. II. Reihe. II. Abth. 1882. Heidelberg, Carl Winter.

Im Vorübergehen darf ich wohl mit einiger Genugthuung an die große Übereinstimmung erinnern, die hierin mit dem liegt, was ich schon in Bd. XVIII dieser Zeitschr. über die Struktur des Hühnereiweißes und in Bd. XXI ders. über die Darstellung von Fasermembranen aus Laichschnüren der Batrachier durch Alkoholzusatz mittheilte. Allerdings wird mir nun erst letzterer, mehr durch einen glücklichen Zufall herbeigeführte Vorgang deutlicher, indem ich nun vermuthen darf, dass die Eihüllen der Batrachier eine ähnliche chemische Konstitution als die der Selachier haben.

Hervorheben muss ich aber, vorbehaltlich späterer Nutzanwendung, hier schon, dass sich daraus ergiebt, wie der morphologische Gesichtspunkt streng vom chemischen oder physiologischen getrennt werden muss, wenn von »Eiweiß« gehandelt werden soll. Die Gallerthülle, welche im Selachierei den Dotter umgiebt, ist morphologisch betrachtet eben so wohl Eiweiß als beim Vogelei: ihr chemisches Verhalten ist, wie Krukenberg nachweist, gänzlich verschieden. Ferner: morphologisch haben wir es nur mit gestalteten Geweben zu thun, nicht mit den Flüssigkeiten, welche sie enthalten. Die Albuminlösung, welche in dem Eiweißgewebe des Vogeleies vorkommt, fehlt ja auch im Dotter nicht — man vergleiche die vorhin angeführte Agassiz'sche Beobachtung über ihre Wanderung aus dem Eiweiß in den Dotter bei der Schildkröte —, und es stellt sich somit die Eiweißhülle morphologisch betrachtet als eine einheitliche, Schalenhaut und Dotterhaut einschließende, dar, mag auch die Struktur der Faserhäute in den verschiedenen Schichten in Bezug auf ihre Feinheit eine sehr verschiedene sein.

Nur von diesem Gesichtspunkt aus kann die Diskussion über vorhandenes oder fehlendes Eiweiß eine fördernde sein, und erklären sich Widersprüche, welche da entstehen, wo man den morphologischen Begriff des Eiweißes als eines Gewebes überhaupt nicht klar erfasst.

Ich wende mich nun zur Beschreibung der Verhältnisse, welche ich in der Eihaut von Python gefunden habe, zunächst zu den Kalkkörperchen, welche sie enthält.

Diese treten in verschiedener Form und an verschiedenen Stellen in sehr abweichender Weise auf. Als die gewöhnlichste betrachte ich diejenige, welche Fig. 1 in der Flächenansicht, Fig. 2 auf einem Querschnitt der Schalenhaut in der Seitenansicht bei etwas stärkerer Vergrößerung zeigt. Es sind verhältnismäßig dünne Plättchen von eigenthümlicher Gestaltung, welche auf der äußeren Fläche der Schalenhaut meist in Rosettenform gruppirt, zuweilen auch vereinzelt liegen. Die Breite dieser Gruppen bringt es mit sich, dass bei den Querschnitten der Eihaut diese Plättchen theilweise aus ihrer Lage gebracht werden, so dass auch an dicken Schnitten Bilder, wie das in Fig. 2 gezeichnete, nur ganz ausnahmsweise zu beobachten sind; aber auch dort bemerkt man, wie das mit *a* bezeichnete Stückchen durch das Messer umgeklappt und auf die Schnittfläche gelegt ist. Das Präparat, nach welchem Fig. 1 gezeichnet wurde, ist sehr einfach so hergestellt, dass ein Stückchen der Schalenhaut in halbtrockenem Zustande mit der inneren Fläche auf den Objektträger geklebt ist. Bei Beleuchtung von oben erkennt man dann die Plättchen deutlich, wie sie auf der in trockenem Zustande gelblich sich darstellenden Hautfläche liegen.

---

[1] Lehrb. d. physiolog. Chemie. Leipzig 1868. p. 552 und 553.

Sie hängen mit derselben ziemlich fest zusammen. Dies rührt daher, dass sie innerhalb des Oberhäutchens liegen, welches die äußerste Schicht der Eihaut bildet. Dieses Verhältnis kann leicht übersehen werden, und war mir entgangen, bis ich in einem Flächenschnitt, der nur die äußeren Hautschichten und mit ihnen eine Anzahl dieser Kalkplättchen enthielt, nachdem er in Natronlauge gekocht war, zarte Häutchen bemerkte, welche die Plättchen umhüllten. Erst bei ihrem Aufquellen durch die Einwirkung der heißen Lauge machten sich diese Häutchen geltend.

Das betreffende Präparat war zu anderen, weiterhin zu berührenden Zwecken hergestellt, wegen deren die äußere Fläche nach unten liegt; so sind die Plättchengruppen größtentheils durch die auf ihnen liegenden Elemente der Eihaut verdeckt und undeutlich gemacht; wo sie aber am Rande des Schnittes frei sich darstellen, sieht man mit der größten Bestimmtheit das umgebende Häutchen im optischen Querschnitt, wie Fig. 16 dies darstellt. Die Dicke des Häutchens, welches eine seiner Flächen parallele Schichtung zeigt, beträgt, wie die genau nach Maßstab entworfene Figur ergiebt, 9—12 μ. Durch das Aufquellen hat sich das Häutchen abgehoben, ohne Zweifel lag es aber vorher dicht auf. Man bemerkt noch im optischen Querschnitt die Leiste, welche in eine Furche des Plättchens eingegriffen haben muss.

Außerdem finde ich in anderen Regionen der Eihaut, und zwar in solchen, welchen diese äußerlich aufliegenden, oder vielmehr im Oberhäutchen gebildeten Plättchen fehlen, rundliche verkalkte Körperchen von sehr wechselnden Dimensionen in den verschiedenen Schichten der

Eihaut, wie dies in Fig. 3 aus einem Querschnitt der letzteren dargestellt ist. In Fig. 4 sind ähnliche Körperchen aus zerzupften Schnitten bei stärkerer Vergrößerung gezeichnet.

Die Dimensionen sind also sehr verschieden und bewegen sich schon in diesen wenigen Objekten die Durchmesser zwischen 380 und 20 μ; auch komplicirt sich bei den größten Körperchen die Gestalt einigermaßen.

Auffallend ist, dass auch das sorgfältigste Zerzupfen diese Körperchen nicht vollständig aus der Faserhaut ausschält. Stets bleiben sie von Fasern mehr oder weniger umsponnen. Besitzen auch die runden Körperchen aus dem Inneren der Eihaut dieselbe oder eine ähnliche membranöse Hülle, als die äußeren Plättchen, so wäre eine innige Verbindung mit den Fasern der Eihaut dadurch verständlicher.

Das Bestehen eines solchen Verhältnisses bestätigen Präparate, wo dünn abgetragene Schichten der Schalenhaut mit den in ihnen enthaltenen Kalkkörperchen in Kanadabalsam eingelegt wurden. Auch die runden Körperchen zeigten hier an ihrer Peripherie eine diese bedeckende zarte Membran.

Der Zweck, durch das Einlegen in Balsam die innere Struktur der Kalkkörperchen zu erkennen, wurde nicht erreicht. Die dünnen Plättchen wurden durchscheinend, zeigten auch Andeutung einer gewissen Streifung und einzelne kleine unregelmäßig geformte Vacuolen im Inneren, aber dort Nichts von den schwächer lichtbrechenden Kügelchen, welche für die Schale der Vogeleier so charakteristisch sind. Auch die kleinsten der im Inneren der Schalenhaut liegenden runden Körperchen waren fast durchsichtig, ohne eine Struktur erkennen zu lassen. Die größeren Körperchen blieben trüb, also bei Beleuchtung von unten dunkel.

Dieses war nicht überraschend, da auch bei früher untersuchten Reptilieneiern mit vollständig ausgebildeter Schale die charakteristischen Schalenkörperchen des Vogeleies fehlten, und statt deren, außer in ganz feinen Schliffen, eine gleichmäßigere Trübung das Bild verdunkelte[1].

Diese Verhältnisse weiter zu studiren habe ich keine Veranlassung gefunden. Von den größeren Körnchen, nach Tränkung der Hautstückchen, welche sie enthalten, mit Kanadabalsam, Schliffe zu erlangen, ist als keine unlösbare, aber doch immerhin schwierige Aufgabe zu betrachten, welcher ich mich um so weniger unterziehen zu müssen glaubte, als ich es durch das nähere Studium der Vogeleischale und auch derjenigen Reptilieneier, wo die Schale vollständiger ausgebildet ist, für zweifellos erwiesen halte, dass dort diese kalkhaltigen Gebilde gewachsene Organismen sind.

---

[1] Vgl. Fig. 9, Taf. XXVII in Bd. XIX, Heft 3 dieser Zeitschr.

Es schien mir dessbalb nicht von besonderem Interesse, dieses auch bei Python specieller zu verfolgen.

Ohne auf die Erörterung der Genesis der Kalkschale hier näher einzugehen, darf wohl darauf hingewiesen werden, dass sich die Entstehung der innerhalb der Faserhaut liegenden Kalkkörperchen als bloße Konkremente gar nicht vorstellen lässt. Sie würden sich dann um die Fasern bilden und solche einschließen müssen.

Dass die Hauptmasse der Eihaut, wie bei den anderen Reptilien und wie die Membrana testae der Vogeleier, aus den bekannten Fasern besteht, bedarf keines Nachweises, sondern nur der Erwähnung. Feine Querschnitte, zu welchen aus naheliegenden Gründen solche Regionen der Eihaut zu wählen sind, in welchen keine oder nur wenige Kalkkörperchen vorkommen, ergeben indess, dass mit dem Ausspruch: die Schalenhaut bestehe aus feinen Fasern, welche den elastischen Fasern in jeder Beziehung ähnlich seien — was schon Rathke an der Natter richtig erkannte — die Sache nicht erschöpft ist, und Zerzupfungspräparate der verschiedenen Schichten bieten sehr interessante Resultate.

Betrachtet man einen feinen Querschnitt ohne weitere Präparation in Glycerin gelegt, wie ihn Fig. 5 in mäßiger Vergrößerung darstellt, so zeigt sich, dort mit *b* bezeichnet, als äußerste Lage ein durch Einrisse in Schollen getheiltes, wenig durchsichtiges Oberhäutchen, das zuweilen, wie z. B. bei Fig. 3, wenig bemerkbar ist.

Auf dieses folgt eine bei dem in Fig. 5 gezeichneten Schnitt mit *c* bezeichnete, 50—60 μ dicke, helle, aber nur Andeutungen einer gewissen Struktur zeigende Schicht. In anderen Regionen ist indess die Dicke geringer, wie Fig. 2 und 3 ergeben.

Auf diese durchsichtige, aber aus einer dichten Masse bestehende Schicht folgt diejenige, in welcher bei ganz feinen Schnitten mit starken Vergrößerungen feine Fasern oder deren Querschnitte mit den vor dem Eindringen des Glycerins lufterfüllten Zwischenräumen zu erkennen sind. Die in kleinerem Maßstab gezeichnete Abbildung kann dies nur andeutungsweise wiedergeben.

Nach innen wird die Eihaut begrenzt durch ein sehr feines, aus mehreren Schichten bestehendes Häutchen, auf dessen Beschaffenheit im Speciellen besser da zurückzukommen sein wird, wo seine Bedeutung hervortritt.

Über dieser Grenzmembran und überhaupt in den inneren Schichten der Faserhaut — bei Fig. 5 mit *d* bezeichnet —, liegen zahlreiche, stark lichtbrechende rundliche mehr oder weniger abgeplattete Körperchen von sehr verschiedenen Dimensionen, und lassen sich schon an den Rändern der Schnitte vielfach Formen beobachten, welche weder einfachen Fasern noch isolirten rundlichen Körperchen entsprechen. Zerzupfungspräparate geben einen vollständigeren Überblick dieser Mannigfaltigkeit der Gestaltung: In Fig. 6 sind solche bei ziemlich starker Vergrößerung nach einem Glycerinpräparat gezeichnet. *a*, *a*, *a*, *a* sind runde und ovale, stark lichtbrechende Körperchen sehr verschiedener Größe: Hier von etwas unter 5 bis über 20 μ Durchmesser gehend. In anderen Präparaten finde ich Körperchen, deren Durchmesser 2,5 μ noch nicht erreicht. Bei einzelnen derselben ist eine zarte Punktirung, feinen Hohlräumchen im Inneren entsprechend, zu erkennen. Ein solches Körperchen ist bei a' gezeichnet. Andere, a'', a'', zeigen eine Verbindung mit feinsten Fasern.

Sie legen die Frage nah, ob nicht alle diese runden Körperchen ursprünglich als Verdickungen oder Anhänge von Fasern entstanden. In der That finden sich längere Faserenden an ausgesprochen runden Körperchen nie: ein Beweis davon, wie leicht letztere beim Zerzupfen abreißen, und ein so kurzer Faseranhang, als an dem kleineren der hier mit a'' bezeichneten noch sitzt, kann je nach der Lage des Kügelchens leicht übersehen werden. In nicht zerzupften Präparaten ist ein solches Fasergewirr vorhanden, dass es unmöglich ist, zu entscheiden, ob die Kügelchen mit Fasern zusammenhängen oder nicht.

Faserfragmente von verschiedener Länge enthalten die zerzupften Präparate in Menge. Einige solche sind hier bei *b*, *b*, *b*, *b*, *b* gezeichnet, um die Dicken zu zeigen. Sie liegen zwischen 0,5 und 3,5 μ. Bei der größten Zahl wird sich die Dicke um 2,5 μ bewegen. Keulenförmige Verdickungen der Fasern, wie bei b' eine solche abgebildet ist, kommen häufig vor. In einzelnen Fällen, wie bei b'', ist ein geringerer Brechungsindex des axialen Theiles ziemlich merklich. b''' ist ein Faserfragment mit ganz deutlich ausgesprochenen Hohlräumchen, bei stärkerer (600 f.) Vergrößerung gezeichnet.

Einzelne oder ganze Reihen von Varicosen, wie dgl. bei *c*, *c*, *c*, *c* gezeichnet sind, treten an den Fasern vielfach auf. Auch c' gehört zu diesen Bildungen. Anastomosen zeigen sich in den zerzupften Präparaten nur fragmentarisch. Bei *d* sind solche aus einer abgezogenen Lamelle der innersten Faserschicht gezeichnet. Eine so erhebliche Verdickung einer Faser, dass sie schon als Schlauch bezeichnet werden könnte, da sich ein körniger Inhalt, von einer Membran umschlossen, deutlich markirt, stellt *e* dar. Solche Gebilde werden aus der äußeren Schicht weiterhin mehrfach zu erwähnen sein. Eine ganz eigenthümliche Gestaltung hat *f*. Es ist bei hoher Einstellung gezeichnet, wo die Einschlüsse, die es enthält, als Vacuolen, oder doch mit schwächer lichtbrechendem Inhalt, dunkel auftreten.

In Fig. 7 sind vom Rande eines nicht zerzupften Präparates und ganz sicher aus der innersten Schicht noch einige hierher gehörige Gebilde gezeichnet: *a*, mit Vacuolen wie Fig. 6 *f*, eben so *a'*. Bei letzterem ist eine stärker lichtbrechende Rindenschicht deutlich, und in der Zeichnung durch den doppelten Kontur angedeutet. Unter der Faser, in welche *a'* ausläuft, liegen zwei anastomosirende Fasern, und neben letzterer ein kleines Körperchen, das in eine ganz feine Faser ausläuft, mit so kleinen Varicosen, dass sie allerdings nah an der Grenze des noch bestimmt zu Erkennenden liegen. Aber es würde eine ganz unbegrenzte Aufgabe sein, alle die verschiedenen Komplikationen der Gestaltung zu beschreiben und abzubilden, welche eine Durchmusterung auch nur weniger Präparate ergiebt. Nur eine Reihe von Formen ist so auffallend, dass sie nicht übergangen werden darf. Dies sind Membrane oder Platten von solcher Ausdehnung, dass in den Zerzupfungspräparaten nur Stücke derselben sich finden, und auch diese Stücke bei der für die Erkennung der Einzelnheiten erforderlichen starken Vergrößerung um so schwieriger vollständig wiederzugeben sind, als sie von anderen Gewebstrümmern theilweise verdeckt werden.

In Fig. 8, 9 und 10 sind Segmente solcher Platten abgebildet, und bei ersteren vorhandene Löcher mit *a* bezeichnet. Diese Löcher unterscheiden sich als solche deutlich von den in allen drei Zeichnungen der hohen Einstellung entsprechend dunkel dargestellten Vacuolen oder Blasenräumen. Letztere scheinen in Eihäuten häufig vorzukommen. Ich habe sie früher bei Raja clavata und Buccinum undatum[1] ausführlich beschrieben und abgebildet. Die Bilder, welche sie gewähren, der röthliche Halbton bei hoher Einstellung und das Hellwerden bei tiefer sind so charakteristisch, dass für den, der sie öfter beobachtet hat, eine Verwechslung mit wirklichen Perforationen der Membran ausgeschlossen ist. Ganz bestimmt tritt ihr Unterschied von letzteren auch darin hervor, dass man sie in derselben Membran über einander liegend beobachten kann, wie bei Fig. 10, und an Rissrändern, wo eine Perforation als Einbuchtung sich darstellen würde, was an der mit *a* bezeichneten Stelle des Rissrandes von Fig. 10 nicht der Fall ist. Von auf der Membran liegenden Körperchen, wie sie in Fig. 8 mit *b*, *b* und *b'* bezeichnet sind — den in Fig. 6 abgebildeten entsprechend —, sind die Hohlräumchen selbstverständlich ohne Weiteres zu unterscheiden.

Charakteristisch für diese Membranen ist, dass sie nicht nur seitliche

---

[1] Unters. über nicht celluläre Organismen. Berlin 1877.

Ausläufer haben, sondern auch nur theilweise angewachsene Bänder und Lappen über oder unter der Membran liegen. Ihre Durchsichtigkeit gestattet dieses Verhältnis zu konstatiren, wie z. B. in Fig. 8 bei dem mit *c* bezeichneten Bande — oder Faser? —, welches unter der Membran liegt. Die mit *c'*, *c'* bezeichneten Endpunkte dieses Bandes gehen dort unzweifelhaft in die Substanz der Membran über. Ähnlich verhält sich der mit *d* bezeichnete über der Membran liegende Lappen, während man bei dem mit *a'* bezeichneten Loche einen zweiten schwächeren Kontur bemerkt, welcher der eines ungefähr an derselben Stelle liegenden Loches in einem unterhalb liegenden Lappen ist. In Fig. 9, welche ein anderes sich an Fig. 8 anschließendes Stück derselben Membran darstellt, ist dieselbe Stelle bemerkbar und ebenfalls mit *a'* bezeichnet.

Die in Fig. 9 mit *c*, *c* bezeichneten Ausläufer der Platte und der in Fig. 10 mit *b''* bezeichnete des Lappens stimmen mit den in Fig. 6 und 7 abgebildeten Gestalten so wesentlich überein, dass der morphologische Zusammenhang der Platten mit den mehr fibrillären Elementen evident ist.

Bei *b* der Fig. 9 ist der schmale Ausläufer der Platte abgerissen.

Wenn auch diese Platten nicht überall vorkommen und sich in den Querschnitten der Eihaut selten ganz deutlich darstellen, ließ sich doch ein Querschnitt einer Platte so deutlich beobachten, dass ich in Fig. 11 eine Abbildung desselben geben kann. Der Schnitt ist nicht so fein, dass sich die Zeichnung darauf beschränken konnte, nur die eigentliche Schnittfläche darzustellen. Es sind auch diejenigen Konturen wiedergegeben, welche erst beim Senken des Tubus in den Focus treten. Nur die mit *a* und *b* bezeichneten Flächen sind danach sicher wirkliche Schnittflächen: wahrscheinlich auch *e* die Schnittfläche eines schmalen Ausläufers. Die oberen und unteren Konturen von *c* werden erst beim Senken des Tubus deutlich; *c* ist also nur die Ansicht des Verbindungsstückes von *a* mit *b*. Eben so *d* die Ansicht eines weiter zurücktretenden und desshalb nicht angeschnittenen Theiles von *a*.

f ist eins der stark lichtbrechenden Körnchen: obgleich es zweifelhaft ist, ob es ursprünglich in dem Sinus zwischen *a* und *b* lag, und eben so wohl durch den Schnitt aus der Faserhaut dorthin geführt sein kann, mochte ich es doch in der Zeichnung nicht fortlassen.

Was den, da wo er gezeichnet ist, beobachteten doppelten Kontur des freiliegenden, auf der Zeichnung unteren Randes betrifft, so ist das Trügerische solcher Bilder bekannt. Dass dieser doppelte Kontur auch über die Lücke zwischen den Lappen der Platte hinweggeht, scheint indess hier die Möglichkeit eines bloßen Refraktionsphänomens auszuschließen, während andererseits das Vorhandensein einer äußeren

Membran nicht recht verständlich ist. Ein solches Vorkommen an solchen Gebilden hätte sonst nichts Überraschendes. Weiterhin wird sich ergeben, dass sich ähnliche Membrane bei Behandlung der äußeren Schicht der Eihaut mehrfach nachweisen lassen.

In Summa geht aus alle diesem hervor, dass die Eihaut morphologisch eine große Übereinstimmung mit den Formen des elastischen Gewebes zeigt, wie dem auch ihr chemisches Verhalten durchaus entspricht. Letzteres bemerkte schon Rathke an der Schalenhaut der Krokodileier (Unters. über die Entwicklung u. d. Körperbau d. Krokodile. ed. v. Wittich. Braunschweig 1866. p. 6). Allerdings scheinen Varicosen und kugelige Anhänge bei anderen elastischen Fasern nicht vorzukommen; aber gerade bei den so komplicirten Verhältnissen der Platten ist die Übereinstimmung mit gewissen gefensterten elastischen Membranen sehr auffallend. So finde ich in der ersten Auflage der Kölliker'schen Gewebelehre (als Bd. II seiner mikroskopischen Anatomie, 1850 erschienen) Abth. I, p. 225 und Fig. 66 die in den späteren Auflagen nicht reproducirte Abbildung eines elastischen Fasernetzes oder einer Membran aus der Fascia lata des Menschen, welche fast sämmtliche Vorkommnisse in den Platten der Eihaut von Python annähernd darstellt. Sogar die von mir als Vacuolen bezeichneten Hohlräume glaube ich am Rande der Figur rechts vom Beschauer zu erkennen.

Da das noch ungelöste Räthsel der Genesis der elastischen Gewebe von jeher eine Crux für die histiologischen Theorien gewesen ist, scheint mir das Vorkommen so ähnlicher Gebilde in den Eihäuten besonderer Beachtung um so würdiger, als das in den äußeren Schichten der letzteren zu Beobachtende noch etwas tiefer in die Strukturverhältnisse eindringen lässt.

Bezüglich der mittleren Schichten der Eihaut von Python finde ich nur noch zu der Bemerkung Veranlassung, dass die Fasern, wie Rathke a. a. O. auch von der Natter berichtete, durch ein Bindemittel einigermaßen verklebt sind, was, wenn es auch in geringerem Maße als beim Vogelei der Fall ist, beim Zerzupfen die Darstellung längerer Faserenden verhindert und vielleicht mit Veranlassung gewesen ist, solche Fasern für spröde zu erklären.

In der äußeren Schicht (*c* bei Fig. 5) ist dieses Bindemittel in so reichlicher Menge vorhanden, dass es alle Zwischenräume zwischen den auch dort vorhandenen Fasern ausfüllt und dadurch die relative Homogenität und Durchsichtigkeit dieser Schicht bewirkt. Es ist in alkalischen Laugen, welche auf die Gebilde, welche es umschließt, weniger einwirken, löslich oder quillt doch wenigstens in ihnen so auf, dass letztere deutlich hervortreten, wenn Schnitte der Eihaut mit mäßig ätzender Lauge bei Siedehitze behandelt werden.

In feinen Querschnitten der Eihaut lassen sich nun Bilder, wie das in Fig. 12 dargestellte, beobachten. Dass ein Theil der kreisförmigen oder ovalen Figuren von durchschnittenen Fasern herrührt, lässt sich nachweisen, indem man durch Niederschrauben des Tubus die Umrisse der so angeschnittenen Fasern verfolgen kann, wie sie danach auch in der Zeichnung angegeben sind; auch was die größeren betrifft, so sieht man oben links vom Beschauer eine so starke, doppelt konturirte Faser mit körnigem Inhalt, dass sie sich füglich als Schlauch bezeichnen lässt, und der Querschnitt einer solchen würde sich als runde Scheibe, wie die daneben stehenden, zeigen.

Die abgetragene äußere Schicht der Eihaut, in Natronlauge gekocht und dann zerzupft, ergiebt indess, dass wirklich auch hier runde Körperchen verschiedener Größe in reichlicher Menge vorkommen, wie sie in Fig. 13 *c, c'* und *d* abgebildet sind. Neben ihnen kommen sehr starke Fasern von unregelmäßiger Dicke, wie *b*, und auch solche mit Abzweigungen, wie *a* vor.

Aus demselben Präparat ist Fig. 14. Auf zufällig entstandenen Falten des theilweise im Zusammenhang gebliebenen Objektes zeigt sich die äußerste Schicht — Fig. 5 *b* entsprechend — nach energischer Einwirkung der Lauge im optischen Querschnitt als ein durchsichtiges, nur eine leise Andeutung von Schichtung darbietendes Häutchen von 12 bis 16 μ Dicke. Die unmittelbar unter demselben liegenden runden Körperchen, welche die Abbildung wiedergiebt, sind vielleicht durch den Druck der Faltung hier abgeplatteter als sonst.

In Fig. 13 zeigen die dort mit *a* und *b* bezeichneten Schollen dieses Oberhäutchens einen spröderen Charakter. Vielleicht liegt dies darin, dass bei Fig. 14 die Einwirkung der Lauge eine energischere gewesen ist; vielleicht auch darin, dass dies Oberhäutchen, wie dies die Behandlung mit Essigsäure wahrscheinlich macht, an manchen Stellen mit Kalkverbindungen imprägnirt ist und dadurch, wie auch bei Fig. 5, einen etwas anderen Charakter annimmt.

In Fig. 15 sind ebenfalls Elemente der äußeren Schicht abgebildet, und zwar aus einem mit dem Messer flach abgetragenen Schnitt, der anhaltend in Natronlauge gekocht und dann unzerzupft mit der äußeren Fläche nach unten liegend in Wasser beobachtet ist. An seinen dickeren Stellen zeigt das Präparat fast nur die Fasern der mittleren Schichten, wo aber der Schnitt am Rande flach ausläuft die dicht unter den Oberhäutchen liegenden runden Körperchen *a* und *b* und starken Fasern oder Schläuche wie *c* und ihre keulenförmigen Endungen: *c'* und *d*.

Die Unterschiede gegen das in Fig. 13 Abgebildete liegen zum Theil darin, dass dieses bei hoher Einstellung, *a*, *b* und *c* der Fig. 15 dagegen bei tiefer Einstellung gezeichnet sind, wo die schwächer lichtbrechenden Einschlüsse sich hell darstellen. Die bei Fig. 15 mit *a* und *b* bezeichneten runden Körperchen sind dasselbe, als die bei Fig. 13 mit *c* und *d* bezeichneten. Die größeren hellen Gegenstände, welche in Fig. 15 *b* und *c* neben der feinen Körnung des Inhaltes auftreten, müssen vielleicht als Artefacte, entstanden durch die stärkere Einwirkung der heißen Lauge betrachtet werden. Sie müssten dann allerdings Tröpfchen einer Flüssigkeit sein, denn dass sich größere Vacuolen auf diesem Wege bilden könnten, scheint mir unannehmbar. Die feine Punktirung dagegen, welche bei *c* und *d* der Fig. 15 eben so wie durchgehends in Fig. 13 auftritt, vermag ich um desshalb nicht der Einwirkung der Lauge zuzuschreiben, weil sie auch bei den einfach in Glycerin gelegten Elementen der inneren Hautschicht vorkommt, wie *a'* und *e* der Fig. 6 ergeben. Aber auch wenn die Maceration in heißer Lauge sie regelmäßiger hervortreten ließe und sogar erzeugte, würde dies immer beweisen, dass diese Fasern und Körnchen keineswegs aus einer soliden gleichartigen Substanz bestehen; und das Vorhandensein einer vom Inhalt verschiedenen circa 1 μ dicken Membran, also überhaupt einer Struktur, ist bei *c'* und *d* Fig. 13, so wie *c'* und *d* Fig. 15 ganz evident, und würde bei *c* Fig. 15 — dem Stück eines sehr viel längeren Schlauches, als hier gezeichnet ist — und bei *b* derselben Figur eben so hervortreten, wenn dasjenige Bild dargestellt wäre, welches die hohe Einstellung zeigt. Übrigens wird sich weiterhin ergeben, dass sich auch durch Einlegen in Balsam der nicht mit Lauge behandelten Eihaut in den Fasern der äußeren Schicht eine vorhandene Struktur erweisen lässt.

Zum Schluss ist es vielleicht gut zu bemerken, dass es sich nicht empfiehlt, nach der Maceration in Lauge Essigsäure zuzusetzen, wie ich es bei der Untersuchung der Schalenhaut der Vogeleier nothwendig fand, weil dort die Schalenhautfasern selbst bei Lösung ihres Bindemittels so stark aufquollen, dass sie kaum noch wahrnehmbar waren. Das Bindemittel bei Python war durch die Lauge so wenig zerstört, dass der Säurezusatz das ganze Präparat wieder kontrahirte, und die sichtbar gewordenen Fasern etc. wieder unsichtbar wurden.

Vergleiche ich mit dem an der Eihaut von Python Beobachteten dasjenige, was ich früher über die Eihaut der Natter[1] mitgetheilt und (das. Fig. 2—8 und 10) abgebildet habe, so ergiebt sich bei mancher

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXI, Heft. 1.

Verschiedenheit doch eine wesentliche Homologie. Hier wie dort sind die in großer Mannigfaltigkeit auftretenden Elemente der Schalenhaut auf Verdickungen und Verbreiterungen der Fasern, theils zu keulenförmigen und kugelförmigen Endungen zurückzuführen. Daneben kommen bei beiden runde Körperchen, deren Zusammenhang mit Fasern zweifelhaft bleibt, vor. Auch eine im Wesentlichen analoge Struktur im Innern dieser Gebilde ist bei Python und bei der Natter vorhanden.

Gewisse Unterschiede treten bei den in Kanadabalsam gelegten Präparaten hervor. Wie ich a. a. O. vom Natterei berichtet und abgebildet habe, zeigt hier schon ein großer Theil der Fasern der inneren Schicht Hohlräume, in welchen Luft bleibt, die stärkeren Fasern so wie die Varicosen und kolbenförmigen Endungen der letzteren einen Inhalt, der sich in diesen Präparaten als scharf markirte Bläschen darstellt. Beides fehlt bei Python. Wenigstens ist der Luftgehalt in den Fasern nur in sehr zweifelhafter Weise zu erkennen. Werden jedoch feine Lamellen der äußeren Schichten in Balsam eingebettet, so macht sich bei den runden Körperchen und kolbigen Endungen ein von der einschließenden Membran differenter Inhalt bemerkbar; besonders schon bei den mittelstarken Fasern dadurch, dass sie bei hoher Einstellung eine dunkle Achse von zwei hellen, breiten Säumen umgeben zeigen; bei tiefer Einstellung dagegen eine helle Achse von dunkeln Säumen umgeben.

Dies sind die Bilder, welche cylindrische Röhren mit schwächer lichtbrechendem Inhalt geben. Solide Cylinder von homogener Beschaffenheit verhalten sich in entgegengesetzter Weise.

Die Tragweite der in diesen Fällen zwischen Python und Tropidonotus bestehenden Unterschiede wird überhaupt nicht zu hoch angeschlagen werden dürfen.

Das untersuchte Pythonei war ein ganz frisch gelegtes und zeigte keine Spur von embryonaler Entwicklung. Die Nattereier waren vermuthlich schon länger gelegt und enthielten weit entwickelte Embryonen.

Eine viel verbreitete Annahme geht dahin, dass wenigstens beim Vogelei mit der Entwicklung des Embryo eingreifende Veränderungen sogar der Schale verbunden sind. Ich habe für diese Annahmen eine bestimmte experimentelle Unterlage nicht ermitteln können, und bezweifle ihre Begründung um so mehr, als einige, wenn auch nicht ganz erschöpfende Beobachtungen an stark bebrüteten Vogeleiern mich auf das Gegentheil schließen lassen.

Aber auch, wenn die Schalenhaut nicht so direkt in den Kreis der embryonalen Entwicklung gezogen würde, schlösse dieses nicht aus, dass unmittelbar nach dem Ablegen der Schlangeneier Veränderungen ihrer nicht verkalkten Schale eintreten können: sei es Fortbildung des hier gewachsenen Organismus, sei es Rückbildung nach dem Absterben desselben. Dass bei solchen Vorgängen statt des zarten Inhaltes der Fasern wirkliche Hohlräume entstehen können, dass Membran und Inhalt der runden Körperchen sich deutlicher sondern, wäre wohl zu verstehen, und jedenfalls würde ich es als verfrüht betrachten, demjenigen Unterschied, welcher sich hier zwischen den Präparaten von Python und der Natter beim Einlegen in Kanadabalsam etc. gezeigt hat, eine systematische Bedeutung beizulegen.

Von größeren Reptilieneiern nicht festzustellenden Ursprungs habe ich in dieser Zeitschrift a. a. O. Fig. 1 analoge Faserformen abgebildet und besitze ich von früher her Reihen von noch nicht publicirten Zeichnungen, welche die aus ihren Faserhäuten durch Zerzupfen isolirten Varicosen, keulen- und kugelförmigen Endungen der Fasern darstellen. Diese hier zu publiciren würde, da sich diese Eier nicht einmal auf bestimmte Familien zurückführen lassen, kein Interesse haben, aber dass diese Analogie sich auch auf Vogeleier ausdehnt, ist von solcher Bedeutung, dass ich hier noch Fig. 17 und 18 nach ebenfalls aus älterer Zeit aufbewahrten Zeichnungen gebe.

Vor mehreren Jahren erhielt ich durch Dr. Buchheim die in Spiritus konservirte Schale eines weichschaligen, dem Oviduct entnommenen Eies der Uferschwalbe (Hirundo riparia). Über einige Befunde an derselben ist früher berichtet[1]. Bei der Untersuchung dieser Eihaut fanden sich in einem Zerzupfungspräparat in verschiedener Gestalt verdickte Endungen der Schalenhautfasern und Varicosen der letzteren. Obgleich dieses Ei als ein normales, nur in der Entwicklung begriffenes betrachtet werden musste, lag doch die Frage nah, ob ein vollständig entwickeltes Ei von Hirundo riparia dasselbe zeigen würde. Die Untersuchung eines solchen führte zu ihrer Bejahung. Die schon erwähnten Fig. 17 und 18 sind nach den damals entworfenen und noch aufbewahrten wiedergegeben. Die Analogie mit dem bei Python und der Natter Vorkommenden ist so evident, dass sie einer Auseinandersetzung nicht bedarf.

Für spätere Erörterung konstatire ich hier nur, dass sonach solche Modifikationen der einfachen Faserform auch bei Vogeleiern vorkommen. Ob nur in bestimmten Ordnungen und auch bei anderen als den Oscinen und ob bei allen Oscinen, ist noch offene Frage. Hier kommt es auf ihre Beantwortung nicht an.

---

[1] Untersuchungen über nicht celluläre Organismen. p. 20 und Fig. 1 auf Taf. I.

Veranlassung für den Verf. zur vollständigeren Durchführung dieser schon begonnenen Untersuchung der Eihaut von Python und zur Veröffentlichung ihrer Resultate gab die schon kurz erwähnte verdienstvolle Arbeit von Dr. Loos: Über die Eiweißdrüsen im Eileiter der Amphibien und Vögel. Inaug.-Diss. Leipzig 1881, auch in dieser Zeitschr. Bd. XXXV publicirt. Es genügt also der kurze Hinweis darauf, dass sie zwar wesentlich auf die Eiweißdrüsen gerichtet ist, dass aber hieraus Argumente zur Erklärung der Genesis der Schalenhautfasern entnommen werden.

Mit denselben tritt Loos in Gegensatz sowohl gegen die durch Landois von Neuem geltend gemachte Auffassung der zitzenförmigen Protuberanzen der Schale des Vogeleies, welche in die Faserhaut derselben inserirt sind, als abgestoßene Uterindrüsen[1], als auch gegen die jetzt von Landois, entgegen seiner früheren Annahme, acceptirte Entstehung der Schalenhautfasern als Gerinnungsprodukte des Eiweiß. Loos betrachtet als erwiesen oder mindestens wahrscheinlich, dass die Schalenhaut der Eier der beschuppten Amphibien und Vögel aus einem faserigen Sekret der Epithelzellen des Eileiters gebildet werde.

Hiermit wird auch die vorhin citirte Vermuthung Leydig's über die Entstehung der Schalenhautfasern verworfen, ohne dass dieselbe besonders erwähnt wird.

Loos bezieht sich auf ein Rauber'sches Präparat »aus dem Eileiter einer Hausente, welches über dem Cylinderepithel eine ganz ansehnliche Schicht von faserigem Sekret zeigt, ohne dass an den einzelnen Zellen auch nur eine Spur von Veränderung wahrnehmbar ist« (p. 24 des Separatabdruckes). Weiter wird daselbst gesagt: »Vergleicht man unter dem Mikroskop die Fasern der Schalenhaut mit den eben aus dem Cylinderepithel ausgetretenen, so wird man an der Identität beider Objekte nicht zweifeln können.«

Ferner giebt Loos in Fig. 13 (Taf. XXVII, Bd. XXXV dieser Zeitschrift) einen Schnitt des Eileiters der Haushenne, welcher die Absonderung des faserigen Produktes durch die Epithelzellen darstellen soll. Im Text finde ich keine Bezugnahme auf ein Präparat, nach welchem diese Abbildung gefertigt sei. Die gehärteten Objekte, von welchen dort die Rede ist, würden schwerlich den Akt der Sekretion zeigen. Die Identität des »faserigen Produktes« auch mit den feineren Fasern der Schalenhaut ist aus dieser Darstellung sicher nicht zu entnehmen. Freilich ist das Maß der Vergrößerung leider bei keiner der gegebenen Abbildungen angeführt. Die Beziehung auf das Rauber'sche Präparat von der Ente erscheint unmotivirt, wenn ein Präparat der Haushenne vorgelegen hätte, nach welchem die Fig. 13 als Darstellung einer Realität gezeichnet wäre. Ob danach die Schlussfolgerung gerechtfertigt erscheint, dass hier nur ein Schema gegeben, d. h. eine Meinung statt einer Thatsache dargestellt ist, bleibt mir um desshalb zweifelhaft, weil ich allerdings annehme, dass eine schematische Darstellung in der Erklärung der Abbildungen als solche auch ausdrücklich zu bezeichnen gewesen wäre.

---

[1] Bericht über die Jahresversamml. der deutschen ornithol. Gesellschaft. in: Cabanis' Journ. f. Ornithologie. Januarheft 1882.

Leider ist der Versuch durch die Güte von Dr. Loos eins der Präparate, auf welche er die Behauptung der Identität eines solchen faserigen Sekretes mit den Schalenhautfasern begründet, schon daran gescheitert, dass meine bezügliche Bitte denselben nicht erreichte, weil er Europa verlassen hat, um seine wissenschaftliche Laufbahn in Brasilien fortzusetzen; kann ich also nur auf das in der hier erwähnten Arbeit Gesagte fußen, so glaube ich doch zu dem Ausspruch berechtigt zu sein, dass Sekrete aus intakten Zellen nicht »identisch« sein können mit den Elementen der Faserhaut, deren mannigfache Gestaltungen im Vorstehenden von Python, von der Natter und mehreren anderen Reptilien- und auch von Vogeleiern vorgeführt wurden. Dieses weiter zu argumentiren, wäre überflüssig.

Einzelnen Worten herausgegriffener Sätze eine entscheidende Bedeutung beizumessen, ist indess misslich. Ganz besonders bei einem Wort wie »identisch«, welchem etymologisch, wenn auf das platonische *εἶδος* zurückgegangen wird, ein mannigfaltigerer Sinn unterlegt werden könnte. Die gebräuchliche wissenschaftliche Ausdrucksweise gestattet wohl nicht, das Ei mit dem Vogel, den Embryo mit der entwickelten Kreatur oder — allgemeiner ausgedrückt, einen Organismus in früherer Entwicklungsstufe mit demselben in späterer als identisch zu bezeichnen, auch wenn es sich um dasselbe Individuum handelt.

Hier gilt es indess nicht einem Wortgefechte, und ich glaube auch eine Auffassung nicht unberücksichtigt lassen zu dürfen, welche selbst für ein Sekret eine gewisse gestaltliche Fortentwicklung zulässt.

In dem Wort »Sekret« tritt da gleich wieder ein solches entgegen, das in vielfachem Gebrauch verschiedene Färbung annimmt. Die Feststellung von Distinktionen wurde früher als die wesentliche Aufgabe der Naturforschung betrachtet, was auch eine scharfe und klare Bezeichnung durch geeignete Worte erforderte. Der »Monismus« sucht im Gegentheil überall nach Übereinstimmungen, strebt wenigstens danach, die Distinktionen zu verwischen. Hierzu ist ein salopper Gebrauch — wenn ich so sagen darf — der Bezeichnungsworte, der sie allmählich ihres Inhaltes entleert, ein sehr wirksames Mittel. So wird von einem

»Kriechen« — von einem »Leibe« — von einer »Fütterung« der Zellen gesprochen und dann werden wiederum den Mineralien »Seelen« vindicirt. Dieses Thema kann hier nicht erschöpft werden, aber ich musste es berühren, weil, um die von Loos angeregte Frage zu erörtern, der Begriff der Sekretion klar gelegt werden muss, denn es scheint mir, dass viele Forscher, welche sicherlich die Konsequenzen des Monismus nicht zu acceptiren beabsichtigen, sich seinen zweideutigen Redewendungen einigermaßen hingeben. Erst kürzlich trat mir in einem bedeutenden neueren Werk der Ausdruck entgegen: Das Haar sei ein Sekret seiner Matrix.

Die Unzulässigkeit eines solches Ausdruckes ist schon darin evident, dass das fertige Haar sich von seinem Keimlager, das doch unter der Matrix gemeint sein muss, gar nicht trennt, also auch von ihm nicht »abgesondert« wird, was doch der hier zutreffendste deutsche Ausdruck für Sekretion ist.

Aber auch in solchen Fällen, wo eine Lösung des Zusammenhanges später eintritt, würde »Absonderung« nicht die adäquate Bezeichnung eines Vorganges sein, bei welchem ein Organismus erzeugt wird. Wollen wir den Unterschied zwischen organischem Werden und Ablagerung todten Stoffes irgend wie festhalten — und auch der Monist muss dieses für so verschiedene Vorgänge thun, wenn er nicht die Augen gegen die ihn umgebende Wirklichkeit verschließen will —, so dürfen wir beispielsweise das Ei nicht als eine Absonderung — als ein Sekret des mütterlichen Organismus bezeichnen, obgleich die Eizelle unzweifelhaft aus Stoffen, welche der mütterliche Organismus wirklich absondert, zum reifen Ei erwächst. Der Schwerpunkt liegt hier in der Assimilation dieser Stoffe durch den wachsenden Organismus des Eies.

Dieses Beispiel führt uns mitten in die hier zu erörternde Frage. Im Wesentlichen besteht wohl Übereinstimmung darüber, dass das Ei im Ovarium durch Assimilation derjenigen Stoffe erwächst, welche ihm der mütterliche Organismus in ungeformtem Zustande liefert. Bei der Genesis der Hüllen, welche sich im Eileiter bilden, tritt Verschiedenheit der Auffassungen ein. Die herrschende ging dahin, dass Absonderungen der Drüsen des Eileiters in mechanischer Weise diese Hüllen bildeten. Schon die oberflächlichste Untersuchung zeigte in diesen Hüllen in vielen Fällen eine sehr bestimmte Struktur, deren Zustandekommen zu sehr komplicirten Erklärungsversuchen führte. Übereinstimmung in diesen bestand nie. Meistens verwarf jeder neue Forscher, je nachdem ihm ein neues, bis dahin nicht beachtetes Strukturverhältnis entgegentrat, die früheren Erklärungen. Nachdem es mir gelungen, in den schon angeführten Arbeiten mehrere bis dahin unbekannte Strukturverhältnisse auch in der Kalkschale aufzudecken, glaubte ich die so einfache Auffassung, dass es sich hier um einen aus der Dotterhaut erwachsenen Organismus handle, vertreten zu können. Zuzugeben ist, dass dies für gewisse Hypothesen unbequem war; indess sind weder Widerlegungen der veröffentlichten Thatsachen noch irgend ein Versuch, einen so einfachen, sich in der Natur so unendlich oft wiederholenden Vorgang auch nur als unwahrscheinlich darzustellen, zu meiner Kenntnis gekommen.

Halte ich nun an dem oben angedeuteten wesentlichen Unterschied fest, zwischen einem der lebendigen Weiterentwicklung fähigen Organismus, und einem Sekret, d. h. einer aus dem Kreise des Lebens getretenen Absonderung, die nunmehr nur den chemischen und physikalischen Gesetzen, welche die Stoffe beherrschen, unterliegt, so muss ich durch die Struktur der Eifaserhäute für erwiesen halten, dass die Annahme von Loos, welche sie auf ein fibrilläres Sekret der Epithelzellen des Eileiters zurückführen will, unhaltbar ist.

Damit allein ist die Frage aber noch nicht erledigt. Wären jene Fasern kein Sekret, stellte sich in ihnen ein aus oder in den Epithelzellen erwachsener Organismus dar, so könnten aus dessen Fortentwicklung auch die komplicirten Formen der Elemente der Faserhaut entstehen.

Auf die Loos'sche Fig. 13 oder auf das von ihm citirte Rauber'sche Präparat, wo eine Faserschicht nicht nachgewiesenen Ursprungs sich über einem unverletzten Cylinderepithel zeigt, wird eine solche Annahme nicht genügend zu begründen sein. Indess wird hier ein anderes Resultat der Loos'schen Untersuchungen, und wohl das bedeutungsvollste derselben in Betracht kommen. Der Nachweis nämlich eines fibrillären Netzes im Inhalt der Drüsenzellen des Eileiters und eines Zerfalles dieser Zellen.

Die Anfänge der fibrillären Organisation der Schalenhaut ließen sich allerdings möglicherweise in diesen Fibrillen suchen, wenn sie in lebendem und der Fortentwicklung fähigem Zustande sich aus sonstigem Detritus lösen und auf die Peripherie des Eies übertragen werden könnten, um dort weiter zu wachsen.

Eine gewisse Kühnheit liegt in der Statuirung einer solchen Möglichkeit jedenfalls. Zunächst ist sie mit der p. 590 schon angeführten, was Leydig über die Verhältnisse bei der Blindschleiche angiebt, unvereinbar.

Verfasser ist weit entfernt die dort gegebene Erklärung der Genesis der Fasern zu acceptiren, und betrachtet sie als eine gezwungene. Will man sich den Verlauf des Vorganges klar vorstellen, durch welchen die Fasern zuerst als Relief einer vorher abgesonderten Cuticula auftreten und sich dann von derselben ablösen sollen, so dürfte die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Vermuthung um so mehr entgegentreten, als es sich doch nicht nur um Fasern, sondern um die komplicirten Gebilde handelt, welche nach LEYDIG's eigenen Anführungen schon WEINLAND und LEREBOULLET fanden und deren fast unabsehbare Mannigfaltigkeit bei Python hier abgehandelt ist. Eine »Cuticula«, welche doch als ein Sekret betrachtet wird, würde gar nicht im Stande sein, zum Fortwachsen fähige Organismen aus sich zu erzeugen.

Aber die Existenz dieses als Cuticula bezeichneten Häutchens wird nicht bestritten werden können. Sein Auftreten beim Pythonei ist hier ausführlich abgehandelt und in Fig. 14 abgebildet. Auch beim Natterei habe ich es nachgewiesen und beschrieben[1]. Bei einem in der Schalenbildung begriffenem Ei von Hirundo riparia fand ich, dass das Wachsthum der Schale sich zwischen diesem deutlich nachweisbaren Oberhäutchen und der Faserschicht entwickelte[2]. Auch bei fertigen Vogeleiern findet sich häufig noch ein deutlich gesondertes Oberhäutchen als äußerste Schicht der Schale in so charakteristischer Form, dass diese systematische Bedeutung hat[3]. Häufig ist es allerdings nicht nachweisbar, was eben so für die mit Kalkschale versehenen Reptilieneier gilt. Aber auch bei den weichschaligen Reptilieneiern kann dieser Nachweis mindestens schwierig sein.

Einige seit längeren Jahren in Spiritus konservirte Eischalen von Lacerta agilis habe ich in dieser Beziehung untersucht. Wie schon LEYDIG a. a. O. richtig beschreibt, besteht nur die innere Schalenschicht zu etwas mehr als der Hälfte der ganzen Schalendicke aus den oft beschriebenen Fasern, welche hier ohne Bindemittel ein zwar dichtes aber loses Gewebe bilden. Auch ich habe kolbige Anschwellung hier nur in geringem Grade und ganz vereinzelt gefunden. Die äußere Schicht besteht aus sehr viel feineren Fäserchen, welche aber durch die auch bei Python erwähnte Kittsubstanz so fest verschmolzen sind, dass diese Struktur vollständig verdeckt ist. Feine Kalkkörnchen bedecken die äußere Fläche ziemlich dicht. Diese Beschaffenheit erschwert die Anfertigung guter Querschnitte und verhindert auch auf Falten die Erkennung der »Cuticula«. Nach Behandlung mit kochender Natronlauge, gegen welche auch die starken Fasern der inneren Schicht sehr resistent sind, zeigt die äußere Schicht im optischen Querschnitt der Faltung eine Punktirung, und wo sie zufällig oder absichtlich verletzt ist, so wie auf der Flächenansicht der Rissränder treten nun die feinen Fäserchen hervor. Ob die Punktirung, des optischen Querschnittes nur von den Querschnitten dieser Fäserchen herrührt, oder auch analog der Struktur bei Python wirklich Körnchen vorhanden sind, lasse ich unentschieden. Die Cuticula ist so dünn, dass ihre Erkennung in situ zweifelhaft bleibt; hat man indess mit der Präparirnadel einige Mal leise über das gefaltete Hautstückchen in der Richtung nach der Außenseite der Falte gestrichen, so lässt sich an Stellen, wo die Fäserchen nicht herausgerissen sind, die theilweise abgelöste Cuticula an den Falten, welche sie schlägt, erkennen, und dort ihre Dicke in dem durch die Lauge gequollenen Zustand auf etwas über 1 μ schätzen. Eben so habe ich als innere Begrenzung der Schalenhaut von Lacerta agilis an mit Essigsäure entkalkten Hautstücken ein ebenfalls anscheinend strukturloses Häutchen von circa 0,75 μ Dicke erkennen können. Dies erwähne ich der Kürze halber gleich hier. Die Bedeutung dieses Nachweises wird später erörtert.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXI, Heft I.

[2] Nicht celluläre Organismen. p. 20. Fig. 1.

[3] Unters. von Eischalen. CABANIS' Journal für Ornith. Jahrg. XXX. Juliheft 1882.

Habe ich den Ausdruck »Cuticula« hier nicht wohl vermeiden können, so verwahre ich mich ausdrücklich dagegen, hiermit die sog. Cuticulartheorie zu acceptiren, in so fern sie alle solche Häutchen als mechanisch entstandene Ablagerungen betrachtet wissen will.

Möchte aber ein solches, die äußere Begrenzung der Eischale bildendes Häutchen entstanden sein, wie man wolle, so müsste es unbedingt verhindern, dass präexistirende geformte Elemente, wie diejenigen Fasern, welche Loos in den zerfallenden Zellen des Eileiters nachgewiesen hat, unter diese Cuticula gelangen; und wie komplicirte Vorgänge müssten fingirt werden — denn sie sind unerwiesen und unerweislich — um die Bildung der Cuticula, nachdem die Fasern als Produkt zerfallener Zellen abgelagert sind, zu erklären.

Ich verstehe überhaupt sehr wohl, dass man annimmt, wie durch Elaborate der Zelle eine Verdickung ihrer Haut von innen her stattfinden könne. Ich vermag noch zu folgen, wenn man auch das annimmt, dass diese Elaborate die Zellhaut durchdringen und sie durch äußerliche Ablagerung verdicken können; aber dass die Zellen, auch wenn sie noch intakt wären, eine solche Cuticula nicht auf sich selbst, sondern auf einen fremden Gegenstand, wie das aus dem Ovarium hergeführte Ei ist, ablagern sollen, scheint mir eine undurchdachte Supposition.

Gegenüber einer solchen gezwungenen Erklärung für die Genesis der Faserhaut muss ich darauf hinweisen, dass eine Entwicklung der

Schalenhaut aus dem Dotterhäutchen sehr viel näher liegt, und gehe zunächst auf die Struktur des Dotterhäutchens ein.

In Schnitten eines gekochten und in Spiritus konservirten Hühner-Ovarium hatte ich die Zona pellucida eines anscheinend reifen Eies als ein circa 3,5 μ dickes Häutchen, das keine Struktur erkennen ließ, beobachtet, es also nicht mit dem Dotterhäutchen des gelegten Eies übereinstimmend gefunden (diese Zeitschr. Bd. XVIII, p. 229 u. ff.). Für ihre Identität hat dann Cramer (Verh. der Physik. Medic. Gesellsch. zu Würzburg. I. Bd. 3. Heft. 1868) Andeutungen von Faserstruktur, welche das frisch beobachtete Dotterhäutchen zeigt, geltend gemacht. Die Identität halte ich damit noch nicht erwiesen, aber richtig ist, dass beim Haushuhn schon im Ovarium das Dotterhäutchen ein Faserhäutchen ist, oder wenigstens Faserschichten enthält. Trockenpräparate aus frischen Follikeln zeigen die schönsten Fasernetze deutlich[1]. Auf die Bedeutung des allerdings feinen Unterschiedes, dass beim Eierstocksei diese Struktur durch Coagulation verwischt wird, beim Dotterhäutchen des gelegten Eies bei Coagulation vollständig intakt bleibt, soll hier nicht ausführlicher eingegangen werden; auch darauf will ich nur hindeuten, dass bei Struthio und Dromaeus das starke Dotterhäutchen offenbar aus mehreren Faserschichten besteht, zwischen welchen sich Eiweißschichten befinden, und dass hiermit vollständig harmonirt, dass ich in Gänsedoppeleiern außer dem jeden Dotter umgebenden Faserhäutchen, ein beide einschließendes gemeinsames Faserhäutchen fand, wobei der Zwischenraum mit normalem Eiweiß ausgefüllt war [1]. Ob hierdurch die Fortentwicklung des Dotterhäutchens erwiesen sei oder nicht: jedenfalls wird man ihm die Fähigkeit sich fortzuentwickeln mindestens mit derselben Wahrscheinlichkeit zuschreiben müssen, als den doch nur Gewebstrümmer darstellenden Fasergebilden der Drüsenzellen des Eileiters.

---

[1] Verf. hat mehrfach Gelegenheit genommen, solche Präparate kompetenten Beurtheilern vorzulegen. Von beachtenswerther Seite sind Einwände erhoben, welche ich hier nicht übergehen möchte. Erstens die Möglichkeit, dass die in den Präparaten allerdings evidenten Fasernetze durch die Präparation erzeugt seien. Cramer hat dieselben auch ohne Trockenpräparate erkannt, aber ich lege diesen Präparaten, als Mittel bisher ungeahnte Strukturen in feinen Membranen zu erkennen, eine solche Bedeutung bei, dass ich diesem noch hinzufügen möchte, dass in dem Dotterhäutchen des abgelegten Hühnereies bei vorsichtiger Isolirung der betreffenden Schicht auch in Wasser oder verdünntem Glycerin die Fasernetze zu sehen sind. Legt man auf das in destillirtem Wasser oder Spiritus befindliche möglichst faltenlos auf dem Objektträger ausgebreitete Häutchen das Deckgläschen, lässt dieses durch mäßigen Druck ansaugen, so findet man nach Beendigung des Eintrocknens an den gelungenen Stellen des Präparates prachtvolle scharfe Fasernetze, die aber unverkennbar dasselbe sind, was das Präparat schon vor dem Eintrocknen, wenn auch undeutlicher, zeigte. Und auch wo ein solcher Nachweis der Präexistenz nicht vorliegt, ist der Eindruck, welchen wirkliche Fasernetze machen, mit zufälligen Faltungen und Unregelmäßigkeiten nicht zu verwechseln; überdies sind an den Rissrändern einzelne vorstehende Faserenden ganz unverkennbar. Zweitens ist der Zweifel ausgesprochen, ob bei dem von Cramer angegebenen Verfahren der Loslösung mit dem Pinsel aus dem frischen Follikel nach Ausspülung des Dotters wirklich nur die Dotterhaut und nicht auch andere Hüllen, z. B. die Tunica propria des Follikels abgelöst würden. Die Resultate des Cramer'schen Verfahrens sind so präcise und mit denen, welche Schnitte durch reife Follikel ergeben, so kongruente, dass nicht wohl bezweifelt werden kann, dass dabei nur diejenige Membran abgelöst wird, welche im reifen Follikel dem Dotter unmittelbar aufliegt. In welchen Beziehungen diese zu denjenigen Hüllen steht, welche im jungen Follikel zwischen Dotter und Stroma liegen, und deren Bedeutung theilweise noch kontrovers ist, davon wird die hier vorliegende Frage nicht berührt.

Die Entscheidung für das Dotterhäutchen als denjenigen Organismus, aus welchem morphologisch betrachtet die Eihüllen erwachsen — denn dass die Stoffe für ihre Bildung durch den Eileiter geliefert werden ist unbestreitbar — wird wesentlich durch folgende Betrachtungen unterstützt.

Wäre die Eihaut von Python mit ihren keulenförmig endenden Fasern, Schläuchen, Platten etc. aus den faserigen Produkten des Eileiters erwachsen, und hätte keine Fortentwicklung der Zona pellucida des Ovariumeies stattgefunden, so müsste letztere beim gelegten Ei die innerste, unmittelbar den Dotter oder ein etwa schon entwickeltes falsches Amnion umgebende Lage bilden. Den Bericht über die Beschaffenheit der Eihaut von Python in dieser Beziehung hatte ich vorbehalten, um ihn hier, wo dieses Verhältnis von besonderem Interesse ist, zu geben.

Ganz feine Querschnitte der Eihaut zeigen an günstigen Stellen ein die letztere gegen den Dotter abgrenzendes Häutchen, wie es in Fig. 19 bei 540facher Vergrößerung nach einem Glycerinpräparat abgebildet ist. Die innerste Lage besteht aus einem sehr stark lichtbrechenden und sich dadurch von der mittleren Schicht scharf absetzenden Häutchen von circa 1,4 μ Dicke. Auch gegen die Fasern der Schalenhaut ist ein zarter Doppelkontur bemerkbar. Er würde einem Häutchen von kaum 0,75 μ Dicke entsprechen. Die mittlere Schicht halte ich für coagulirtes ursprünglich flüssiges Eiweiß. Wie Eingangs berichtet, wurde das Ei vor seiner Öffnung hart gekocht, und die eigenthümliche Körnung, welche feine Schnitte von coagulirtem Eiweiß zeigen, gewährt ein charakteristisches Bild, das nicht leicht täuschen kann. Früher (diese Zeitschr. Bd. XVIII, p. 257) habe ich nachgewiesen, dass diese Körnung kein ursprüngliches Strukturverältnis ist, indem sie auch dann auftritt, wenn filtrirte Albuminlösungen durch Siedehitze coagulirt werden; allerdings nur bei einer gewissen Verdünnung der Lösung: das Coagulum aus durch Verdunstung stark koncentrirten Albuminlösungen giebt durchsichtige Schnitte. Die schwankende Dicke dieser Eiweißschicht — 3 bis 6 μ auf der abgebildeten Stelle — ist leicht verständlich, wenn sie ursprünglich als Flüssigkeit in den feinen Membranen eingeschlossen war.

---

[1] CABANIS' Journal für Ornithologie. 1872. Nr. 119. Kurz angeführt in: Unters. über nicht celluläre Organismen.

Diese Verhältnisse sind an den Querschnitten, wie gesagt, nur unter günstigen Verhältnissen so zu beobachten. Bei der erforderlichen Feinheit derselben wird an den meisten Stellen die Grenzmembran zerstört. An anderen Stellen macht vom Eiinhalt herrührender Detritus das Beobachtete zweifelhaft. Glücklicherweise lässt sich auch auf anderem Wege die oben gegebene Darstellung des Sachverhältnisses als richtig bestätigen.

Wird von der inneren Fläche der gereinigten Eihaut durch Anschneiden und Abziehen eine dünne Schicht isolirt und so in eine Falte gelegt, dass die innere Fläche sich auf der Außenseite der Falte befindet, so sieht man, dass eine Membran kontinuirlich die Elemente der Faserhaut überzieht, aber durch den Druck und Zug, welchen die Faltung bewirkt, sich den Körnchen etc. so eng anschließt, dass der Umriss diese Hervorragungen andeutet, und auf den letzteren die Membran sehr dünn erscheint, während sie in die Lücken der Faserhautelemente hineingepresst ist. Dies entspricht durchaus der Annahme, dass die mittlere Schicht der Grenzmembran aus einer nachgiebigen Eiweißmasse besteht. Die verschiedenen Schichten sind hier nicht zu bemerken.

Wo durch die Präparation das zarte Häutchen stellenweise so lädirt ist, dass die Fasern hervortreten, sieht man meistens auch die durch den Riss, welcher dieses Hervortreten gestattet, abgeklappten Fetzen der Grenzmembran. Durch Zerzupfen des ganzen Präparates lassen sich solche Fetzen isoliren. Einer derselben, in Wasser beobachtet, bestand, wie eine zufällig entstandene Falte zeigte, aus einer stark lichtbrechenden Membran von 1—1,25, höchstens 1,5 μ Dicke, und auf oder unter dieser einer etwas stärkeren körnigen nicht scharf begrenzten Schicht. Es hatte sich also hier die innerste stärkere Membran mit einem Theil der Eiweißschicht von der feineren an den Fasern liegenden Membran gelöst. Übrigens lässt sich auch nach dem Eintrocknen an den in diesen Zerzupfungspräparaten isolirten Membranfetzen keine Faserstruktur nachweisen.

Bei Vogeleiern habe ich in allen Fällen die Membrana testae durch ein homogen erscheinendes Häutchen gegen das Eiweiß abgegrenzt gefunden. Wäre die Annahme richtig, dass wir beim Schlangenei die unveränderte Dotterhaut des reifen Ovariumeies als eine gesonderte Schicht in der innersten Lage der fertigen Eischale zu suchen haben, so müsste die innerste, nur circa 1,4 μ dicke, die dünne Eiweißschicht vom Dotter trennende Membran das Dotterhäutchen sein. Dass letzteres bei einem Dotter von so beträchtlichen Dimensionen, als der des Pythoneies ist, nur eine so geringe Dicke haben solle, halte ich für um so unwahrscheinlicher, als ich schon beim Huhn die Dicke des Dotterhäutchens eines gekochten, reifen Ovariumeies in Glycerinpräparaten zu 3,5 μ fand: neuerdings in einem frischen Ovariumei in Wasser gemessen zu 4,7 μ. Die Beobachtung eines reifen Ovariumeies von Python würde freilich erst das Entscheidende sein. Da sie mir nicht vergönnt war, wende ich mich zu dem, was über die Beschaffenheit der Dotterhaut reifer Ovariumeier von Reptilien anderen Forschungen zu entnehmen ist.

Leider ist dies sehr wenig. Wie schon früher erwähnt, ist über die Beschaffenheit jüngerer Ovariumeier bei GEGENBAUR, WALDEYER, EIMER und LUDWIG a. a. O. werthvolles Material zu finden. Die offene Kontroverse über die Bedeutung der einzelnen Schichten der komplicirten Gebilde, welche zwischen dem Dotter und dem Stroma des Ovarium liegen, kann hier dahingestellt bleiben, denn nach WALDEYER's Verfolgung der Vorgänge beim reifenden Follikel[1] treten hier Rückbildungen ein, womit auch das stimmt, was ich als meinen Befund bei einem ganz reifen, oder doch der Reife sehr nahen Follikel vom Huhn im Vorhergehenden mittheilte. Auch WALDEYER's Beobachtung geht in dieser Beziehung nur auf das Vogelei, aber die Analogien des Reptilieneies mit jenem sind weitgehend genug, um auch hier die Möglichkeit einer Rückbildung so nah zu legen, dass nicht nur diese, sondern fast die Wahrscheinlichkeit dessen, dass das Dotterhäutchen, mit welchem das gereifte Ei den Follikel verlässt, ein weit einfacheres Gebilde ist, bis zum Nachweis des Gegentheiles nahe liegt.

Indess ist auch ein anderes Verhalten des Reptilieneies möglich, und man könnte diesen Nachweis in demjenigen finden, was RATHKE a. a. O. p. 5 u. ff. sagt. Er spricht dort der Dotterhaut des Ovariumeies der Natter zwar die Faserstruktur ab, was keine besondere Bedeutung hat, da er diese Struktur bei den von ihm angewendeten Methoden auch an der Dotterhaut des Hühnereies nicht erkannt hat. Er giebt ihr ferner »eine absolut und relativ viel größere Dicke und Festigkeit, als die der Vögel und Schildkröten«, und eine ausführliche Beschreibung ihrer komplicirten Verhältnisse, die aber kein ganz deutliches Bild derselben giebt. Er fügt dann hinzu, dass sie »der Dotterhaut schon vollständig ausgebildeter Eier entspreche«.

---

[1] Eierstock und Ei. Fig. 25 und 26.

Auf die Einzelnheiten gehe ich nicht ein, denn es scheint mir, dass in den sonst so verdienstvollen Arbeiten des trefflichen Rathke hier irgend ein Irrthum obwaltet: vielleicht daraus hervorgegangen, dass er von der Identität beim Ovariumei und beim perfekten Ei ausgehend, dann in der Beschreibung die gefundenen Einzelnheiten einigermaßen vermengt hat.

Die Verhältnisse sind wenigstens beim perfekten Natterei, wo ich dieselben studiren konnte, durch Nebenumstände komplicirt und geben Andeutungen darauf, dass Rathke dasjenige, was in seiner Beschreibung am auffallendsten ist, — nämlich ein Netz leistenartiger Vorsprünge der inneren Hautfläche —, am perfekten Natterei unter Umständen wirklich sehen konnte.

Bei meiner früheren Untersuchung des Nattereies (diese Zeitschr. Bd. XXI) hatte ich die innere Schicht der Eihaut nicht besonders beachtet. Es kam mir wesentlich auf die eigenthümlichen Gebilde der äußeren Schicht an. Eine Anzahl Nattereier sind von damals noch in Spiritus konservirt. Leider enthalten sie schon weit entwickelte Embryonen, was in mehrfacher Beziehung für die Untersuchung ungünstig ist. Die älteren Präparate lassen eine besondere innere Schicht, welche man als Dotterhäutchen betrachten könnte, nicht erkennen. Einige der nun seit Jahren in Spiritus aufbewahrten Eier wurden geöffnet. Der Dotter mit den stark entwickelten Embryonen, welche sie, wie schon bemerkt, enthalten, ist mit feinen Häutchen umsponnen, welche durch den eingedrungenen Spiritus das Aussehen von Spinngeweben angenommen haben; auch die Schalenhaut ist mit einer solchen Membran ausgekleidet. Es handelt sich hier unzweifelhaft um das falsche Amnion.

Das Häutchen, welches die Schalenhaut auskleidet, zeigt ein schönes Pflasterepithel mit großen Kernen, dessen Zellen auf Falten sich als so flach erkennen lassen, dass die Kerne hügelförmige Erhöhungen bilden. Anfangs schien es mir, dass dieses Epithel auf einer ganz dünnen Cuticula liege, jenseits welcher sich körnige Schichten befinden, welche den Eindruck von coagulirtem Eiweiß machen. Wäre die Existenz jener Cuticula erwiesen, und dürften diese coagulirten Schichten als wirkliches Eiweiß betrachtet werden, so würde erstere das Dotterhäutchen vorstellen, und daraus folgen, dass es total verschieden von dem Dotterhäutchen des Ovariumeies ist, wie das letztere von Rathke beschrieben wird. Je sorgfältiger ich indess die Existenz des Häutchens durch wiederholte Beobachtungen festzustellen suchte, desto zweifelhafter wurde sie mir. Der optische Querschnitt der ganz flach auslaufenden Epithelzellen des falschen Amnion kann sehr wohl das Bild eines solchen Häutchens simuliren, und eiweißhaltige, also durch Alkohol coagulirbare Flüssigkeiten können sich sehr wohl zwischen Amnion und Schalenhaut befinden, ohne dass sie wirkliches Eiweiß im morphologischen Sinne sind (vgl. p. 591). Es blieb also die eigentliche Schalenhaut auf das Vorhandensein des von Rathke beim Ovariumei beschriebenen Dotterhäutchens zu untersuchen.

Leider traten mir auch hier darin, dass die Nattereier, die mir zur Disposition standen, weit entwickelte Embryonen enthielten, und schon seit Jahren in Spiritus konservirt waren, erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Querschnitte der Schalenhaut geben keine Anschauung von der Beschaffenheit ihrer innersten Schicht, weil nicht nur die Fasern durch erhebliche Mengen der öfter erwähnten Kittsubstanz verklebt sind, sondern auch kein glatter Schnittrand zu erreichen ist, indem hier Schichten eines formlosen Detritus vorhanden zu sein scheinen, zwischen welchen und denjenigen Schichten, wo die Schalenhautfasern trotz des verklebenden Kittes deutlich werden, eine bestimmte Grenzlinie nicht zu erkennen ist.

Die Annahme liegt nahe, dass hier ähnliche Coagula auf der inneren Fläche der Schalenhaut liegen, als in Verbindung mit dem falschen Amnion beobachtet wurden.

Wird ein Stück der Schalenhaut mit schwacher Natronlauge in der Siedehitze behandelt, ohne vorher das adhärirende Amnion zu entfernen, so hebt sich letzteres und die ihm anhängenden Coagula sofort als eine schleimig membranöse Masse ab. Die innere Fläche der etwas erweichten und gequollenen Schalenhaut zeigt nun auf einer Falte einen kontinuirlichen Umriss, der auf das Vorhandensein eines zarten Häutchens schließen lässt, das aber so fein ist und den Schalenhautfasern so dicht aufliegt, dass der doppelte Kontur desselben auf dem optischen Querschnitt nicht zu konstatiren ist. Aus leichten Verletzungen, welche durch leises Überstreichen mit der Präparirnadel herbeigeführt werden, treten die gewöhnlichen Schalenhautfasern hervor. Sie liegen also unmittelbar unter jener feinen Cuticula. Eine besondere, als Dotterhäutchen charakterisirte Schicht ist nicht vorhanden.

Wird die innere Fläche der nicht mit Lauge behandelten Schalenhaut in Wasser liegend mechanisch von den ihr anhängenden Fetzen des Amnion gereinigt, eine innere Lamelle mit dem Rasirmesser abgehoben und dann weiter mit der Pincette abgezogen, so markiren sich mehrere Faserschichten, und ist es nicht schwierig, die innerste dünne Lamelle zu isoliren und so zu falten, dass die innere Fläche auf der Außenseite der Falte liegt. Die Existenz eines sehr feinen Häutchens, welches die Schalenhaut nach innen begrenzt, und auf welches unmittelbar die bekannten Fasern folgen, ist hier ganz evident; aber auch hier zeigt es sich unmessbar fein, obgleich es an den Rissrändern der Lamelle bei Beobachtung in Wasser mit starken Systemen auch in seiner Flächenansicht beobachtet werden kann als eine gewissermaßen zwischen den Fasern ausgespannte Membran, die mit einzelnen feinen Körnchen besetzt ist, und deren zarten Kontur man an dem Rande, als zusammen mit den Fasern abgerissen, verfolgen kann. Lässt man das Präparat unter dem Deckglase eintrocknen, so markirt sich die feine Membran noch deutlicher.

Evident ist hieraus, dass an der mit Lauge oder mechanisch gereinigten Schalenhaut des Nattereies eine der von Rathke beschriebenen Dotterhaut ähnliche Schicht nicht vorhanden ist. Der Einwand, dass ich dieses angebliche Dotterhäutchen bei der Reinigung von den Resten des Amnion zerstört habe, liegt indess nahe.

Da diese Reinigung bei demjenigen Material, das mir zu Gebote stand, unumgänglich war, kann ich jenem Einwande nur mit der Bemerkung begegnen, dass Rathke, wie schon p. 612 angeführt, bestimmt erklärt, dass die Dotterhaut des noch im Oviduct befindlichen Eies — welchem doch nach seiner vorhergehenden Angabe die des Ovariumeies vollständig entsprechen soll —, absolut und relativ viel größere Festigkeit habe, als die der Vögel. Ich glaube nicht, dass ich ein solches Häutchen hätte übersehen können. Waldeyer hebt[1] die Widerstandsfähigkeit der Zona pellucida, von welcher nach seiner Darstellung die Dotterhaut des reifen Eies ein Theil ist, hervor. Sie soll auch in Alkalien nur sehr schwer löslich sein.

Kann ich mich somit dem nicht anschließen, was Rathke über das Dotterhäutchen des perfekten Nattereies sagt, so darf ich mich auch nicht auf das stützen, was er vom Ovariumei anführt, und muss mich begnügen die Lücke zu konstatiren, welche in unseren Kenntnissen hier besteht.

Die Schalenhaut des perfekten Eies von Lacerta agilis beschrieb ich schon p. 608. Danach werden die Schalenhautfasern gegen den Dotter nur durch ein anscheinend strukturloses Häutchen von circa 0,75 μ Dicke begrenzt. Dieses Häutchen ist ganz analog demjenigen, welches bei den Vogeleiern die Schalenhaut gegen das Eiweiß abgrenzt. Auch hier ist also am perfekten Ei ein Häutchen, das mit dem Dotterhäutchen des Vogeleies zu vergleichen wäre, nicht vorhanden.

Das Verhalten der mit einer Eiweißschicht versehenen Reptilieneier in dieser Beziehung bietet ein besonderes Interesse. Leider stehen mir von solchen nur einige zur Disposition, welche schon vor Jahren aus einer wenig zuverlässigen Naturalienhandlung als »Schlangeneier (Boa)« erhalten wurden. Diese Angaben, welche ich jetzt für falsch halte, beirrten mich damals auch in anderer Beziehung. Indess sind es offenbar Reptilieneier, fast doppelt so groß als die Nattereier. Der Kalküberzug der Schalenhaut besteht aus den eigenthümlichen Buckeln, welche ich von einem anderen, als Schildkrötenei (sp.? aus Amerika) erhaltenen früher[1] beschrieben und abgebildet habe. Außerdem enthalten die komplet in Spiritus aufbewahrten Eier eine nicht unbeträchtliche Eiweißschicht. Von den mir bekannten Autoren wird unter den Reptilien, wenn ich von der hier früher citirten etwas zweideutigen Äußerung Rathke's bezüglich der Krokodile absehe, nur den Schildkröten eine unzweifelhaft hervortretende Eiweißschicht zugeschrieben. Seien die fraglichen Eier aber von einer Schildkröte oder nicht, so sind sie jedenfalls von einem Reptil und besitzen eine Eiweißschicht, und das ist dasjenige, worauf es hier ankommt.

---

[1] Eierstock und Nebeneierstock, in: Stricker's Handb. d. Lehre v. d. Geweben. 1871. p. 553.

Werden Stücke der ganzen, je nach den verschiedenen Regionen 0,2—0,07 mm dicken, durch die Aufbewahrung der Eier in Spiritus coagulirten Eiweißschicht so in Falten gelegt, dass die innere, dem Dotter unmittelbar aufliegende Schicht auf die Außenseite der Falte kommt, und dann in Glycerin beobachtet, so ergiebt sich, dass eine als ein besonderes Dotterhäutchen zu bezeichnende Schicht nicht vorhanden ist.

Die ganze Schicht, wie sie sich von der Schalenhaut abgelöst hat, besteht, wie dies Agassiz vom Schildkrötenei angiebt, aus zahlreichen gleichmäßigen, circa 1,5 μ dicken Lagen. Es sind dies koncentrisch über einander liegende Membrane. Die zwischen diesen befindliche Albuminlösung ist bei meinen Objekten durch den Spiritus geronnen, und diese geronnenen Schichten zeigen, wie ich früher[2] nachwies, bei durchfallendem Licht unter dem Mikroskop eine feinkörnige Beschaffenheit. Dort habe ich auch gezeigt, dass der Verdünnungsgrad, in welchem sich die Lösung vor der Coagulation befindet, diese Erscheinung modificirt. Hierin mag es liegen, dass sich in den erwähnten Präparaten die Schichtung, d. h. der Wechsel zwischen körnigen und homogen erscheinenden Lagen nicht mit voller Regelmäßigkeit darstellt. Das allmähliche Eindringen des Spiritus in das Ei mag bewirken, dass die Coagulation der zwischen den Membranen befindlichen Flüssigkeit nicht ganz regelmäßig verläuft. Ein einzelnes solches Präparat kann also Täuschung veranlassen, der Vergleich der vier Präparate, die ich theils früher, theils neuerdings anfertigte, erweist, dass die Abweichungen von einem regelmäßigen Wechsel gleichmäßig starker Membranen, mit dazwischen in flüssigem Zustande befindlich gewesenem Eiweiß aus Zufälligkeiten herrühren, und abgesehen von der Schalenhaut das Eiweiß dieses Reptilieneies ausschließlich aus zarten gleichmäßigen Membranen besteht, und jedenfalls ein besonderes Dotterhäutchen nicht vorhanden ist.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XIX, Heft 3.

[2] Diese Zeitschr. Bd. XVIII, Heft 2.

Hat man nur die Wahl zwischen Bezeichnungen, welche aus ganz anderen Auffassungen hervorgegangen sind, so leidet die Deutlichkeit des Ausdruckes, ich darf also meine Auffassung der Hüllen des perfekten Vogel- und Reptilieneies dahin kurz präcisiren, dass sie, abgesehen von der Schale, aus einem System von Membranen bestehen, welche unter Umständen Albuminlösungen einschließen. Beim Vogelei ist letzteres stets der Fall. Dort treten in der äußersten Schicht dieser Membrane Fasernetze auf, welche mehr oder weniger durch eine Kittsubstanz verklebt sind, aber kommunicirende mit Luft erfüllte Zwischenräume lassen. In diese Zwischenräume kann Eiweißlösung aus den inneren Schichten nicht treten, da diese durch eine lückenlose Membran gegen die Faser- oder sog. Schalenhaut abgegrenzt sind. In ganz ähnlicher Weise wird die innerste Schicht des Eiweißes durch eine Faserhaut gebildet, welche sich wenigstens bei vielen Vögeln von der Schalenhaut nur durch geringere Dimensionen und feinere Struktur zu unterscheiden scheint. Dieses Faserhäutchen mit Einschluss einer dünnen Schicht zarter Membrane, welche ihm peripherisch aufliegt, und bei dem Versuch der Isolirung gewöhnlich mit ihm in Verbindung bleibt, pflegt als Dotterhaut bezeichnet zu werden.

Was die Reptilien anbelangt, steht es nach dem, was ich ermitteln konnte, so, dass bei Python eine sehr dünne Lage flüssigen Eiweißes zwischen den zwei ganz zarten anscheinend strukturlosen Membranen liegt. Die innere Membran liegt auf dem Dotter, die äußere begrenzt die Faserhaut.

Bei der Natter kann ich diese Eiweißschicht nicht nachweisen, sondern nur ein feines strukturlos erscheinendes Häutchen.

Bei Lacerta agilis ist bestimmt nur dieses Häutchen und zwar so vorhanden, dass es fest mit der innersten Lage der Schalenhautfasern verwachsen ist. Flüssiges Eiweiß fehlt gänzlich.

Bei den Reptilieneiern endlich, bei welchen ich eine deutliche sogenannte Eiweißschicht fand, besteht diese, abgesehen von der Schalenhaut, durchweg aus gleichartigen membranösen Schichten, ohne dass eine besondere den Dotter begrenzende Membran zu unterscheiden ist.

Ob bei den Krokodilen etwas der Dotterfaserhaut der Vögel in der äußeren Erscheinung Ähnlicheres vorkommt, weiß ich nicht. Sie sind auch in der Schalenbildung den Vögeln ähnlicher als die übrigen Reptilien.

Das Bestreben den gegnerischen Auffassungen durch eingehende Erörterung gerecht zu werden, und die daraus bleibende Lücke einigermaßen auszufüllen, dass ich ein Ovariumei von Python nicht untersuchen konnte, hat mich zu einigen Exkursen veranlasst; ich erlaube mir desshalb einen kurzen Rückblick auf die Hauptpunkte, welche mir als das Ergebnis dieser Arbeit erscheinen.

1) Die komplicirten Gebilde, welche die Eihaut von Python bivittatus enthält, und deren Analoga bei anderen Reptilien theilweise längst bekannt, aber wenig beachtet sind, übrigens auch in einigen Vogeleiern (z. B. Hirundo riparia) vorkommen, sind gewachsene Organismen. Eine mechanische Entstehung derselben als Präcipitate, Sekrete und dgl. ist ihrer Beschaffenheit nach absolut undenkbar.

2) Wollte man die von Loos in den Zellen des Oviductes aufgefundenen Fasernetze als die Grundlage annehmen, aus welcher die Schalenhaut erwachsen konnte, so steht dem entgegen die mindestens wahrscheinliche Präexistenz einer äußeren Cuticula der letzteren, welche das Eindringen geformter Elemente nicht zulässt.

3) Da schon die Membran des Eies im Oviduct Fasernetze enthält, welche manche Analogie mit den Fasern der Schalenhaut darbieten, ist die Entwicklung der Schalenhaut und der sonstigen Membrane der Eihüllen aus der Dotterhaut das Naheliegendste.

4) Fände eine solche Fortentwicklung der Dotterhaut nicht statt, so müsste sich dieselbe unverändert als die den Dotter des fertigen Eies begrenzende Schicht vorfinden; es findet sich indess bei Python und bei Lacerta agilis im fertigen Ei hier nur eine so zarte Membran, dass sie nach dem, was Rathke über die Dotterhaut des Ovariumeies der Natter anführt, nicht als die frühere Dotterhaut betrachtet werden kann. Auch im abgelegten Natterei hat sich eine dem von Rathke angegebenen Dotterhäutchen ähnliche Schicht nicht auffinden lassen.

Bei mit einer Eiweißschicht versehenen Eiern (? von einer Schildkröte) ist gar keine vom Eiweiß unterscheidbare, den Dotter begrenzende Membran, welche sich als Dotterhäutchen bezeichnen ließe, vorhanden.

Die unvermeidliche Unfertigkeit meiner Untersuchungen darin, dass sie die Lücke in unserer Kenntnis von der Dotterhaut der reifen Ovarieneier der Reptilien nicht hat ausfüllen können, erkenne ich wiederholt an. Auch aus der mir zugänglich gewordenen Litteratur habe ich eine Ausfüllung derselben nicht entnehmen können. Und doch spitzt sich, wie schon Rathke ganz richtig gefühlt hat, die Frage nach der

Entstehung der gebräuchlich als sekundär bezeichneten Eihüllen der Entscheidung zu durch den Vergleich der Dotterhaut des reifen Ovariumeies mit den dem Dotter aufliegenden Schichten der Hüllen des abgelegten Eies.

Die Gelegenheit zu solchen Untersuchungen wird sich bezüglich der reifen Ovariumeier an größeren Reptilien nicht häufig bieten. Möchte sie wenigstens von denjenigen Forschern benutzt werden, welchen sie wird.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXIII und XXXIV.

(Fig. 1—16 sind sämmtlich aus der Eischalenhaut von Python bivittatus.)

Fig. 1. Ansicht der äußeren Fläche eines Segmentes der Schalenhaut mit den Kalkkörperchen bei auffallendem Licht. 31/1.

Fig. 2. Querschnitt der Schalenhaut in Glycerin, mit aufliegenden Kalkkörperchen. 57/1.

Das mit *a* bezeichnete Körperchen ist durch den Schnitt aus seiner Lage gebracht.

Fig. 3. Querschnitt derselben mit runden Kalkkörpern im Innern. 57/1.

Fig. 4 *a*, *b*, *c*, *d*. Runde Kalkkörper mit anhängenden Fasern aus dem Zerzupfungspräparat einer ähnlichen Stelle als Fig. 3. 97/1.

Fig. 5. Feiner Querschnitt aus einer Region der Schalenhaut, welche fast ohne Kalkkörperchen ist. In Glycerin. 97/1.

Nur bei *a* liegt ein Plättchen auf; bei *e* anhängende Reste des Dotters.

Fig. 6. Elemente der inneren und mittleren Schichten in Glycerin aus einem Zerzupfungspräparat. 485/1. Nur $b''' = 600/1$.

Erläuterung der Buchstabenbezeichnungen im Text p. 595.

Fig. 7. Dergl. aus der innersten Schicht. 485/1. Vgl. Text p. 596.

Fig. 8. Segment einer Platte oder Membran aus den inneren Schichten. Aus einem Zerzupfungspräparat in Glycerin. 430/1.

Erklärung der Buchstaben im Text p. 596 u. ff.

Fig. 9. Anderer Theil derselben Platte aus demselben Präparat. 430/1.

Erklärung der Buchstaben im Text wie oben.

Fig. 10. Anderes Segment aus demselben Präparat. 600/1.

Erklärung derBuchstaben im Text wie oben.

Fig. 11. Querschnitt einer solchen Platte aus einem ganz feinen Querschnitt der Schalenhaut, in Glycerin. 430/1.

Erklärung der Buchstaben im Text p. 597.

Fig. 12. Äußere Schicht der Schalenhaut aus einem in Natronlauge gekochten Querschnitt. In Wasser beobachtet. 485/1. Hohe Einstellung.

Erklärung der Buchstaben im Text p. 599.

Fig. 13. Aus einem Zerzupfungspräparat einer in Natronlauge gekochten Lamelle der äußeren Schicht. 401/1.

Erklärung der Buchstaben im Text p. 599.

Fig. 14. Aus demselben Präparat. Eine Falte zeigt den optischen Querschnitt des Oberhäutchens. 401/1.

Fig. 15. Aus einem in Natronlauge gekochten, aber länger als bei Fig. 13 in der Lauge macerirten Flächenschnitt der äußeren Schicht. Das Präparat ist nicht zerzupft, sondern bemerkenswerthe Details aus demselben gezeichnet. 401/1.

Erklärung der Buchstaben im Text p. 599 u. ff.

Fig. 16. Kalkplatte mit der sie umgebenden Oberhautschicht. Aus demselben Präparat als Fig. 15. 160/1.

Fig. 17. Hirundo riparia. Weichschaliges, dem Oviduct entnommenes Ei. Keulenförmige Faserendungen aus einem Zerzupfungspräparat der Schalenhaut. In Glycerin. 401/1.

Fig. 18. Hirundo riparia. Eben so wie Fig. 17, aber aus einem gelegten Ei mit ausgewachsener harter Schale. 401/1.

Fig. 19. Python bivittatus. Innerste, dem Dotter aufliegende Schicht der Schalenhaut aus einem ganz feinen Querschnitt der letzteren. In Glycerin. 540/1.

a, a sind die früher mit Luft gefüllten Räume zwischen den Fasern und runden Körperchen. Bezüglich der Fasern und Körperchen ist die Zeichnung unvollständig.

Vgl. Text p. 610 u. ff.

Untersuchungen über neue Medusen aus dem rothen Meere.

Von

Dr. **C. Keller** in Zürich.

Mit Tafel XXXV—XXXVII.

Ein zweimonatlicher Aufenthalt (Februar und März 1882) in dem südlichen Küstengebiete des rothen Meeres veranlasste mich, unter der Fülle des tropischen Meereslebens mein Augenmerk auf die für den Zoologen so anziehenden Medusen zu richten.

Allerdings ragt das erythräische Gebiet nicht durch großen Reichthum an Arten hervor. Die Beobachtungen, welche Petrus Forskål [1] im vorigen Jahrhundert gemacht hatte, und welche durch Ehrenberg und Hemprich [2] zu Anfang dieses Jahrhunderts und durch Ernst Haeckel [3] im vorigen Decennium vervollständigt wurden, förderten für den genannten Bezirk ungefähr ein Dutzend Arten zu Tage. Im Vergleich mit anderen Meeren muss daher die Medusenfauna des arabischen Golfes als arm bezeichnet werden. Außerdem sind zwei der häufigsten Arten dem Mittelmeergebiete entlehnt und wanderten dieselben, wie ich unlängst nachzuweisen versucht habe, während der Quartärzeit durch eine an der Stelle des heutigen Isthmus vorhandene Lagune ins rothe Meer ein [4].

Während meines Aufenthaltes an der südägyptischen Küste gelangten neben mehreren bereits beschriebenen Arten noch zwei Medusen zur Beobachtung, welche nicht allein neu sind, sondern in morphologischer Beziehung, wie mit Rücksicht auf Lebensweise sehr eigenartige

---

[1] Petrus Forskål, Descriptiones animalium quae in itinere orientali observavit. Ed. Niebuhr. Hauniae 1775.

[2] C. G. Ehrenberg, Die Acalephen des rothen Meeres. Berlin 1836.

[3] Ernst Haeckel, Das System der Medusen. Jena 1880.

[4] Vgl. meine Abhandlung: »Die Fauna im Suezkanal und die Diffusion der mediterranen und erythräischen Thierwelt.« Basel 1882.

Verhältnisse darbieten, so dass mir ein näheres Eingehen auf ihre Organisation wünschenswerth schien.

Ich gebe nachfolgend die von mir gewonnenen Resultate.

I. Gastroblasta timida nov. gen., nov. sp.

(Fig. 1 und 2.)

Diese neue, den Craspedota zugehörige Meduse, deren Schirmdurchmesser nur wenige Millimeter beträgt, zeigte sich zu Anfang des Monat März im Hafen von Sawakin in zahlreichen Schwärmen an der ruhigen Wasseroberfläche, um nach wenigen Tagen völlig zu verschwinden. Am häufigsten erschien sie gegen Sonnenuntergang. Den Tag über traf ich sie nicht und sie scheint sich daher, wie dies übrigens viele pelagische Organismen zu thun pflegen, in die tieferen und wenig erleuchteten Wasserschichten zurückzuziehen. Einer später zu erörternden Eigenthümlichkeit der Magenbildung wegen nenne ich diese neue Gattung Gastroblasta (von *γαστηϱ* Magen und *βλαστη* Spross, Keim). Die von mir gefischten kleinen Medusen zeigten sich gegen äußere Einwirkungen außerordentlich empfindlich. Das sorgfältigste Abschöpfen von der Wasserfläche, ja schon das Eintauchen eines Glasstabes in das mit Wasser gefüllte Gefäß veranlasste sämmtliche Medusen, sich tutenartig einzurollen und regungslos auf den Boden des Glases zu sinken. Erst nach einigen Minuten erhoben sie sich wieder, um unter kräftigen und eigenthümlich hastigen oder zuckenden Bewegungen davonzuschwimmen.

Bei ausgewachsenen Exemplaren ist der Schirm stark abgeflacht und erreicht durchschnittlich die Breite von 3—4 mm, bei einer Höhe von 1—1$^1/_2$ mm. Individuen von 4$^1/_2$—5 mm Schirmbreite können schon als ausnahmsweise groß bezeichnet werden. Larven und ganz junge Exemplare erscheinen stark gewölbt und halbkugelig. Bei einer Breite von 1 mm wird der Schirm $^3/_4$ mm hoch.

Die Schirmgallerte, obwohl ziemlich resistent, ist nur wenig entwickelt, man könnte sie als »Stützlamelle« bezeichnen, bei jugendlichen Formen ist sie relativ stärker ausgebildet.

Die Exumbrella ist vollkommen glatt und mit blassen, großen und deutlich konturirten Plattenzellen bedeckt. Nesselapparate sind in denselben nicht vorhanden.

Die Subumbrella enthält eine schwach ausgebildete Muskulatur. Besondere Faserzüge sind nirgends wahrzunehmen, auch in der Nähe der Radialkanäle nicht.

Das Velum ist im Verhältnis zur geringen Größe der Meduse wohl entwickelt, breit und derb. Im Zusammenhange damit stehen die kräftigen Schwimmbewegungen, welche sich bei dieser Art in eigenthümlicher Weise vollziehen.

Während die jüngsten Exemplare ihr Velum in allseitiger, also ganz normaler Weise kontrahiren, ist dies bei größeren nicht mehr der Fall, sondern zwei an den gegenüberliegenden Punkten eines Schirmdurchmessers gelegene Zonen ziehen sich stärker zusammen, als die übrigen Theile des Velums, so dass der Schirmrand und die Umbrella längs dieses Durchmessers eingerollt werden.

In diesem Zustande bleibt die Meduse, sobald sie beunruhigt wird, minutenlang verharren.

Das Gastrokanalsystem bietet bei Gastroblasta timida nicht nur äußerst variable, sondern meines Wissens unter den Medusen ganz einzig dastehende Verhältnisse dar.

Der Magen, von allen Abschnitten des Gastrokanalsystemes das am wenigsten variable Gebilde, ist ein kurzes, im Centrum der Subumbrella herabhängendes Rohr von vierseitig-prismatischer Gestalt und einer stets unbedeutenden Längenentwicklung.

Der Magen ist dickwandig und mit einem kräftigen Muskelbelag versehen. Insbesondere ist die radiale oder Längsmuskulatur entwickelt. Im Grunde ist der Magen in vier, häufig auch in fünf und mehr Zipfel ausgezogen, welche die Radialgefäße aufnehmen.

Der Mund ist weit und in vier, seltener nur in drei einfache dreieckige, niemals gekräuselte oder gefaltete Mundzipfel ausgezogen. Ihre Stellung ist ursprünglich streng perradial. Anfänglich besitzt jede Meduse nur ein einziges, centrales Magenrohr, bei älteren Exemplaren dagegen sind die Magen in Mehrzahl vorhanden. Neben dem Centralmagen tritt noch ein zweiter Magen, später ein dritter und vierter Magen mit zugehöriger Mundöffnung auf (Fig. 2).

Im Allgemeinen, jedoch nicht ausnahmslos, stehen diese Magen auf dem Durchmesser, um welchen sich die Meduse bei der Bewegung vom Scheibenrande her einrollt.

Anfänglich glaubte ich in diesem sonderbaren Verhalten eine abnorme, eine pathologische Bildung erkennen zu sollen, überzeugte mich aber bald, dass hier ein durchaus normaler und mit dem Wachsthum der Meduse ganz konstant eintretender Vorgang vorliegt. Ausgewachsene Exemplare unserer Gastroblasta besitzen stets mehr als einen Magen. Mehr als vier Magen habe ich jedoch nie beobachtet.

Über die Entstehung der sekundären Magenschläuche habe ich mir ein vollkommen genaues Bild verschaffen können. Sie bilden anfänglich eine sinusartige Erweiterung am unteren Theil eines Radialgefäßes und erscheinen in den Schirmraum vorgewölbt. Nachher verbreitert sich diese Aussackung an der Basis und an der verjüngten und abgerundeten Spitze bricht eine Mundöffnung durch. Bei den von mir beobachteten Individuen sind die Nebenmagen dreiseitig und ihre zugehörigen Mundöffnungen dreizipfelig. Erst nachträglich bildet sich ein vierter Mundzipfel. Über die eigentliche Bedeutung dieses Vorganges will ich weiter unten meine Ansichten zu entwickeln versuchen.

Die Radialkanäle entspringen in der Regel, doch nicht ausnahmslos, aus den Magenzipfeln und verlaufen centrifugal zum Schirmrande, wo sie durch ein einfaches Ringgefäß verbunden werden. Ihre Zahl ist äußerst variabel, ihre Form ist cylindrisch, niemals abgeplattet.

Als Grundzahl der Radialgefäße möchte ich vier ansehen, indem die Larven in der Regel vier einfache centrifugale Kanäle besitzen. Doch kommen auch andere Zahlenverhältnisse vor. Bisweilen sind nur drei, oft aber auch fünf und sechs Gefäße bei einmündigen Medusen vorhanden. Bei polystomen Exemplaren steigt ihre Zahl höher, im Maximum konnte ich 17 beobachten (Fig. 2). Wie aus derselben Figur ersichtlich ist, erhält später, wenn Nebenmagen auftreten, jeder neugebildete Magen sein eigenes System von Radialkanälen, doch bleiben die einzelnen Magenräume unter einander in direktem oder indirektem Zusammenhang.

Ich muss noch weiterer Eigenthümlichkeiten der Radialkanäle gedenken. Hierher gehören die Anastomosen, welche nicht selten zwei Radialgefäße zwischen Ringgefäß und Magen verbinden.

Verwandt damit sind die Sinusbildungen, welche zuweilen im Zusammenhang mit Anastomosen auf der Subumbrellarseite auftreten und ansehnliche Bezirke einnehmen. Sie sind verschieden von den Sinusbildungen, welche in den Raum der Schirmhöhle hineinragen und bei der Sprossung neuer Magen auftreten.

Endlich sind noch die Centripetalkanäle hervorzuheben, welche bei Gastroblasta ganz regelmäßig sowohl an monostomen wie polystomen Individuen auftreten. Die Centripetalkanäle sprossen zwischen den Radialkanälen vom Ringgefäß aus in die Schirmgallerte hinein und liegen interradial. Neben diesen können noch Centripetalkanäle zweiter Ordnung auftreten. Sie sind dann kürzer und liegen adradial. Die Centripetalkanäle können, sobald eine Vermehrung der Magenzahl erfolgt, den nächstliegenden Nebenmagen erreichen und sind dann von den urspünglichen centrifugalen Radialkanälen nicht mehr zu unterscheiden.

Die Gonaden, welche bei den Craspedoten aus dem Exoderm entstehen, sind kanalar, d. h. sie entwickeln sich im Verlaufe der Radialgefäße an deren unterer Wandung. Sie stehen in der Nähe des distalen Endes und hängen als große kugelige, zuweilen auch längliche oder birnförmige Säcke in die Schirmhöhle hinein.

Die Entwicklung derselben (Fig. 1) zeigt uns, dass jede Gonade ursprünglich doppelt ist und aus zwei zu beiden Seiten des Radialkanales auftretenden leistenartigen Verdickungen besteht. An den in der Reife schon ziemlich vorgeschrittenen Gonaden schimmert der Kanal noch durch. Dass auf seiner unteren Seite ein besonderes Muskelband noch zwischen den beiden Säcken einer Gonade durchzieht, wie dies bei manchen Craspedoten vorkommt, habe ich nicht konstatiren können. Ganz in derselben Weise entstehen Gonaden zweiter Ordnung an den interradial sich entwickelnden Centripetalkanälen (Fig. 1).

Betrachten wir den Schirmrand und seine Anhangsgebilde, so fällt uns zunächst ein stark entwickelter, schon bei Larven deutlich abgegrenzter Nesselring auf. Am schönsten lässt er sich an den etwa 1 mm breiten Medusen beobachten, weil alsdann die Zahl der Fangarme noch gering ist.

Als Anhangsgebilde fungiren die Tentakel, welche aus dem Nesselringe hervorsprossen und eine Fortsetzung des Radialkanales ins Innere erhalten. Sie sind stets hohl. Während aber diese Höhlung bei verschiedenen Craspedoten eine sekundäre ist und die Tentakel anfänglich solid sind, so muss besonders hervorgehoben werden, dass solide Tentakel niemals vorkommen, denn auch die Larven besitzen zwar etwas verschiedene, aber stets hohle Tentakel.

Diese Fangarme sind in hohem Maße kontraktil, in ausgestrecktem Zustande zwei- bis dreimal so lang als der Scheibendurchmesser und mit dichtstehenden, ringförmigen Nesselwülsten besetzt.

An der Basis besitzt jeder Fangarm eine kolbenförmige Anschwellung, ohne dass im Inneren die Höhlung sich entsprechend erweitert. Bei den Larven sind die Tentakel einfach und diese kolbenförmigen Verdickungen noch nicht vorhanden (Fig. 5).

Die jüngsten Larven, welche mir zur Beobachtung vorlagen, zeigten vier perradiale und vier interradiale Fangarme, später findet durch Sprossung vom Nesselringe aus eine beträchtliche Vermehrung der Tentakelzahl statt, welche bis auf circa 100 anwächst. In dem Zwischenraum zweier Radialgefäße ist ihre Zahl ziemlich konstant, die Sprossung also eine gesetzmäßige, so dass zwischen zwei perradialen ein interradialer und zwei adradiale Fangarme vorhanden sind.

Am Schirmrand finden sich endlich noch die Sinnesorgane. Hervorzuheben ist zunächst, dass Ocellen nicht vorhanden sind, dagegen sind die Hörorgane wohl entwickelt. So weit ich ihre Bildungsweise verfolgen konnte, so entstehen sie erst nachdem die ersten acht Tentakel gebildet sind. Die Larve besitzt anfänglich noch keine Hörorgane.

Der Zeitpunkt ihrer Entstehung fällt mit der Bildung der kolbenförmigen Verdickung an der Basis der ersten Tentakel zusammen. In ihrer Zahl folgen sie genau der Tentakelzahl und stehen zwischen denselben, doch mehr nach der Innenseite zu. Die Hörorgane stellen sog. geschlossene Hörbläschen dar (Fig. 3). Anfänglich sind sie von einem sprossenden Tentakel nicht zu unterscheiden und entstehen als Höcker oder Vorsprung auf dem Nesselring. In der Tiefe tritt dann eine einzige entodermale Hörzelle auf, welche an Umfang zunimmt und später den Hörhöcker etwas auftreibt. Im Inneren enthält sie einen einzigen großen Otolithen von kugeliger oder ellipsoidischer Gestalt. Ausnahmsweise beobachtete ich auch Hörbläschen mit zwei Hörzellen und zwei Otolithen. Der Überzug eines Hörbläschens besteht aus einem exodermalen, geißeltragenden Sinnesepithel, welches an der Basis einen Wulst bildet (Fig. 4).

Ihrer Entstehung nach möche ich für Gastroblasta der von O. und R. Hertwig aufgestellten Annahme mich anschließen und in diesen Hörbläschen modificirte Fangarme, sog. »akustische Tentakel«, erblicken. Ihre Stellung, ihre Bildungsweise und ihre Zahl, welche genau mit der Zahl der gewöhnlichen Tentakel Schritt hält, spricht nur zu Gunsten der Hertwig'schen Ansichten.

Die Entwicklung der Gastroblasta in ihren einzelnen Phasen zu verfolgen, gelang mir nicht. Wenn mir auch während mehrerer Tage die geschlechtsreifen Exemplare in großer Zahl zur Verfügung standen, so war eine Aufzucht der Larven wegen der schon fühlbaren tropischen Hitze nicht möglich, die geschlechtsreifen Medusen starben sehr schnell in der Gefangenschaft. Ob daher der Medusengeneration bei Gastroblasta eine Ammengeneration von Polypen vorausgeht, oder die Entwicklung direkt erfolgt, muss ich unentschieden lassen. An Hydroiden fand ich zwar kleine Campanarien in großer Zahl, aber ohne je Medusenknospen wahrgenommen zu haben.

Dagegen kann ich konstatiren, dass die Entwicklung mit einer Metamorphose verknüpft ist und neben entwickelten Medusen fanden sich die geschlechtslosen Larven häufig. Die Metamorphose bezieht sich auf die Vermehrung der Tentakelzahl, Veränderungen derselben an der Basis, Auftreten von Hörbläschen und Bildung von Centripetalkanälen. Die jüngsten Larven (Fig. 5) besitzen nur vier perradiale Radialgefäße, aber noch keine Centripetalkanäle. Die hohlen Tentakel sind noch ohne kolbige Basalanschwellung. Vier Fangarme stehen perradial, vier interradial. Hörbläschen fehlen noch, der Nesselwulst ist dagegen schon stark entwickelt. Auf demselben bilden sich zuerst zwischen den Tentakeln die Hörorgane, gleichzeitig wird die Tentakelbasis verdickt. Darauf folgt die Vermehrung der Tentakel, indem sich zunächst adradiale einschieben, mit diesen neue Hörbläschen sich bilden. Jetzt treten die ersten Anlagen der Gonaden auf und zuletzt sprossen die Centripetalkanäle.

Die Meduse hat damit ungefähr einen Durchmesser von 2—3 mm erlangt.

Auf dieser Stufe beginnt nun neben dem primären Magen ein zweiter Magen an der Subumbrella hervorzusprossen. Ihm kann ein dritter und vierter nachfolgen und jeder Nebenmagen erhält sein eigenes System von Radialkanälen, wobei die sprossenden Centripetalkanäle theilweise zur Verwendung kommen.

Über diese an der Unterseite des Schirmes auftretende Mund- und Magenvermehrung mögen hier noch einige Bemerkungen eingeschaltet werden.

Welche morphologische Deutung müssen wir dieser Erscheinung vindiciren?

Bis anhin waren wir gewohnt, bei allen Medusen, ja bei den Coelenteraten überhaupt der Einzelperson nur einen einzigen Magen und nur eine einzige Mundöffnung als eigen zu betrachten. Wo uns der Pflanzenthierorganismus zwar als physiologische Einheit entgegentritt, aber mehrere oder gar zahlreiche Magenräume und Mundöffnungen besitzt, da erklären wir ihn als ein Multiplum von Personen, als eine Kolonie von Einzelindividuen, deren Zahl wir nach den Mundöffnungen, oder wenn diese obliterirt sind, nach der Zahl der Magenräume beurtheilen. Der Einwurf, dass bei höheren Medusen ja die Rhizostomeen auch zahlreiche Mundöffnungen bilden, kann schon desswegen nicht stichhaltig erscheinen, weil diese nachweisbar ganz sekundäre Bildungen darstellen und wohl in physiologischer Beziehung als Mundöffungen fungiren, morphologisch dagegen einzeln einem Munde nicht homolog gesetzt werden dürfen.

Wir betrachten die Meduse als eine schwimmende Polypenperson, seit R. Leuckart[1] diese Deutung mit Erfolg anzuwenden vermochte und die Homologien zwischen Meduse und Polyp von Allman[2] und Claus[3], so wie von O. und R. Hertwig[4] im Einzelnen durchgeführt worden sind.

---

[1] R. Leuckart, Über den Polymorphismus der Individuen. 1851.

[2] G. J. Allman, A monograph of the Gymnoblastic or Tubularian Hydroids. 1871.

[3] C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften. 1878.

[4] O. und R. Hertwig, Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. 1878.

Diese Auffassung erwies sich so fruchtbar und naturgemäß, dass gegen ihre Richtigkeit und allgemeine Annahme in der Zukunft kaum mehr ernstliche Bedenken erhoben werden können.

Scheinbar kommt unsere Gastroblasta recht störend zwischen diese Homologien hinein, jedoch nur scheinbar. Bei näherem Lichte betrachtet werden wir das Auftreten neuer Magenschläuche mit einem eigenen System einmündender Radialkanäle morphologisch nur nach zwei Richtungen hin zu verwerthen haben: entweder ist dasselbe aus einer unvollständigen Theilung der Meduse zu erklären oder es liegt eine seitliche Sprossung vor.

Erstere Annahme, zu welcher gewisse Bilder anfänglich hinzuführen geeignet sind, bleibt entschieden ausgeschlossen, denn eine wirkliche Theilung des Magenrohres findet nicht statt, der Nebenmagen entsteht durch Sprossung unabhängig vom Hauptmagen. Auch ist er anfänglich ohne Mundöffnung. Theilungsvorgänge an der Scheibe sind mir niemals zur Beobachtung gekommen.

Meine Auffassung der eigenthümlichen Magen- und Mundvermehrung an der Subumbrella geht dahin, dass ganz normal und konstant bei Gastroblasta timida neben der geschlechtlichen Fortpflanzung und gleichzeitig mit derselben noch eine ungeschlechtliche Vermehrung durch laterale Sprossung der Meduse parallel läuft, diese Sprossung aber unvollständig bleibt und durch Coenogenese stark verändert erscheint.

Ganz ohne Anknüpfungspunkte ist dieser Fall unter den craspedoten Medusen keineswegs.

Ich verweise auf das einlässliche Medusenwerk von Ernst Haeckel. Seinen Angaben zufolge[1] erzeugen die Medusen von Codonium codonophorum Haeck. und von Amphicodon amphipleurus Haeck. an ihrer Tentakelbasis auf dem Wege der Sprossung zahlreiche Medusen und bei Sarsia siphonophora Haeck., einer zierlichen Anthomeduse von den kanarischen Inseln, ist der lange Magenschlauch mit zahlreichen Medusenknospen besetzt. In so fern weichen die erwähnten Arten von Gastroblasta timida ab, als die Sprossung an einer anderen Körperstelle stattfindet und zeitlich so früh auftritt, dass diese Fortpflanzungsart als Larvenzeugung oder Paedogenesis bezeichnet werden kann. Außerdem lösen sich die Sprösslinge von der mütterlichen Meduse ab.

Jenes Verhalten ist also ein primäres, während bei unserer neuen Form die Sprossung unvollständig bleibt und in ihrem zeitlichen Auftreten bis zur Geschlechtsreife verschoben erscheint. Der ganze Vorgang kann wohl passend als unvollständige Gemmatio lateralis bezeichnet werden und zeigt eine Analogie mit dem Sprossungsvorgang bei gewissen Korallen (Fungia, Mussa, Maeandrina).

---

[1] Vgl. Ernst Haeckel, Das System der Medusen. I. Atlas Taf. I.

Schließlich sei noch erwähnt, dass bei der in Rede stehenden Art Geschlechtertrennung besteht, aber auch bei polystomen Medusen oder richtiger Medusenkolonien stets nur eine Art von Gonaden zur Beobachtung gelangte.

Schon früher hob ich die außerordentliche Variabilität der neuen Meduse hervor. Abweichungen von der Grundzahl, Störung der ursprünglichen Verhältnisse durch Sprossungsvorgänge, bedingen eine starke Divergenz von der ursprünglichen Norm und nach dieser Richtung möchte Gastroblasta timida unter den Craspedoten dieselbe Stellung einnehmen, wie etwa Aurelia aurita unter den Acraspeda. Um ein genaueres Bild von dieser großen Variabilität zu geben, führe ich eine Anzahl beobachteter Fälle auf:

1. Exemplar: 1 Mund mit 4 Mundlappen;
1 Magen mit 4 Magenzipfeln;
4 Radialkanäle;
4 reife Gonaden;
4 interradiale Centripetalkanäle mit halbreifen Gonaden;
Tentakel und Hörbläschen zahlreich (circa 40).
2. Exemplar: 1 Mund mit 3 Mundlappen;
1 Magen mit 3 Magenzipfeln;
3 Radialkanäle;
3 Gonaden;
Centripetalkanäle fehlen;
Tentakel und Hörbläschen zahlreich.
3. Exemplar: 1 Mund mit 4 Mundlappen;
1 Magen mit 5 Zipfeln;
5 Radialkanäle;
5 reife Gonaden;
5 interradiale Centripetalkanäle mit halbreifen Gonaden;
50 Tentakel (5 perradiale, 5 interradiale und 2×20 adradiale);
50 Hörbläschen.
4. Exemplar: 1 Mund mit 4 Lappen;
1 Magen mit 8 Zipfeln;
8 Radialkanäle;
8 reife Gonaden;

40 Tentakel;
40 Hörbläschen.
5. Exemplar: 1 Mund mit 4 Mundlappen;
1 Magen mit 6 Zipfeln;
6 Radialkanäle;
6 reife Gonaden;
6 interradiale Centripetalkanäle;
circa 40 Tentakel.
6. Exemplar: 1 Mund mit 3 Mundlappen;
1 Magen mit 6 Zipfeln;
6 Radialkanäle;
6 reife Gonaden;
6 längere interradiale Centripetalkanäle mit halbreifen Gonaden;
12 kürzere adradiale Centripetalkanäle;
circa 50 Tentakel und Hörbläschen.
7. Exemplar: 1 Hauptmund mit 4 Lappen;
1 Hauptmagen mit 4 Zipfeln;
2 Nebenmagen;
2 Nebenmundöffnungen mit je 3 Mundlappen;
8 Radialkanäle;
8 reife Gonaden;
8 interradiale Centripetalkanäle mit halbreifen Gonaden;
16 adradiale Centripetalkanäle;
circa 100 Fangarme und Hörbläschen.
8. Exemplar: 1 Hauptmund mit 6 Mundlappen;
1 Hauptmagen mit 6 Zipfeln;
12 Radialkanäle;
12 Gonaden;
1 Nebenmund und Nebenmagen;
12 interradiale Centripetalkanäle mit halbreifen Gonaden;
zahlreiche Tentakel und Hörbläschen.
9. Exemplar: 1 Hauptmund mit 4 Mundlappen;
1 Hauptmagen mit 4 Magenzipfeln;
8 Radialkanäle (in den Hauptmagen mündend);
8 Gonaden;
1 Nebenmund mit 4 Mundlappen;
1 Nebenmagen mit 4 Zipfeln (in denselben münden 4 Radialgefäße mit reifen Gonaden).

10. Exemplar: 1 Hauptmund mit 5 Mundlappen;
1 Hauptmagen mit 5 Magenzipfeln;
10 Radialgefäße mit reifen Gonaden münden in den Hauptmagen.
Erster Nebenmagen mit Mund und 3 Mundzipfeln. In denselben münden 7 Radialgefäße.
Zweiter Nebenmagen mit 3 Zipfeln, sein Mund mit 3 Mundlappen. In denselben münden 5 Radialgefäße.
Dritter Nebenmagen dreizipflig, noch ohne Mund.
Im Ganzen sind 17 Radialkanäle mit 17 reifen Gonaden und 17 interradiale Centripetalkanäle ohne Gonaden vorhanden. Die Tentakel sind zahlreich (17 perradiale, 17 interradiale und 34 adradiale) vorhanden.

Systematische Stellung der Gattung Gastroblasta.

Ernst Haeckel hat in seinem »System der Medusen« die Craspedoten in vier Ordnungen eingetheilt, und wenn es sich um die Einreihung obiger Form handelt, können davon nur die Ordnungen der Leptomedusen und der Trachomedusen in Betracht kommen, denn nur in diesen beiden Gruppen entwickeln sich die Gonaden im Verlaufe der Radialkanäle.

Es lässt sich nicht verkennen, dass gewisse Beziehungen zu den Leptomedusen, insbesondere zu den Eucopiden vorhanden sind. Wie bei jenen sind die Fangarme stets hohl und zwar schon während der Larvenperiode. Im Larvenleben scheinen ferner nie mehr als vier Radialkanäle vorzukommen.

Allein andere Befunde, wie der schon bei Larven stark entwickelte Nesselring, das derbe und kräftige Velum, die Bildung der Hörorgane, welche als modificirte acustische Tentakel mit entodermaler Otolithenzelle erscheinen, weisen auf die Trachomedusen hin und obschon diese ursprünglich solide Tentakel besitzen, so bestimmt mich namentlich auch das Vorkommen von Centripetalkanälen, die Gattung Gastroblasta unter die Haeckel'schen Trachomedusen zu stellen, da sonst in keiner anderen Ordnung solche blinde, vom Ringkanal hervorsprossende Gefäße beobachtet wurden. Unter den vier Familien der Petasidae, Trachynemidae, Aglauridae und Geryonidae sind es offenbar die Petasiden, zu welchen die meisten Affinitäten vorhanden sind.

Die rundlichen Gonaden, der fehlende Magenstiel, der quadratische oder vierlappige Mund und die bei Olindias vorhandenen Centripetalkanäle sind Merkmale, welche auch auf Gastroblasta anwendbar sind.

Dennoch finden sich so erhebliche Abweichungen von den Petasiden, welche allgemein nur vier Radialkanäle, ursprünglich solide Tentakel und freie Hörkölbchen besitzen, dass eine Einreihung in diese Familie nicht wohl angeht. Noch geringer sind die Verwandtschaftsbeziehungen zu den Trachynemiden, den Aglauriden und Geryoniden. Es scheint mir desshalb korrekt zu sein, unsere Form als Vertreter einer neuen Familie zu betrachten und dieselbe als Gastroblastidae unmittelbar an die Petasidae anzureihen.

Diese Familie würde folgendermaßen zu charakterisiren sein:

Mund vierlappig; Magen schlauchförmig; Magenstiel fehlend; Gonaden längliche Wülste oder kugelige Auftreibungen im Verlauf der Radialkanäle.

Zahl der Radialkanäle verschieden; Centripetalkanäle vorhanden; neben dem Hauptmagen noch sekundäre Magenschläuche; Tentakel stets hohl; Hörorgane als geschlossene Hörbläschen.

In Gastroblasta timida besitzt diese Familie ihren einzigen bisher bekannten Vertreter.

Anhangsweise sei noch hervorgehoben, dass diese von pelagischen Krebsen und Würmern lebende Art auf der Exumbrella und am Schirmrande häufig Parasiten in großer Zahl beherbergt. Es sind große, gelbbraun gefärbte Infusorien, welche eine gestielte, becherförmige Hülle ausscheiden und mit deren Stiel auf der Meduse befestigt sind. Es sind dies wohl nicht eigentliche Parasiten, sondern lediglich Kommensalen, welche sich mit der Meduse vergesellschaften. Systematisch gehören diese Infusorien in die Familie der Tintinnidae.

II. Cassiopea polypoides nov. spec.

(Fig. 6.)

A. Systematisches und Biologisches.

Die Toreumidengattung Cassiopea, vermuthlich eine für die Korallenriffe charakteristische Medusengattung, hat mehrere einander sehr nahestehende Vertreter im indischen und im stillen Ocean. Aus dem rothen Meere war bisher eine einzige Art bekannt, nämlich die von Forskål entdeckte Cassiopea Andromeda. Sie wurde wiederholt in El Tor beobachtet, nach den Angaben von Tilesius lebt sie auch im Sunda-Archipel.

Eine zweite Art von bedeutender Größe scheint von den früheren Beobachtern übersehen worden zu sein, sie lebt herdenweise auf den Korallenbänken im südlichen Theile des rothen Meeres. Anfänglich hielt ich sie für identisch mit C. Andromeda, bei nachträglicher genauer

Vergleichung zahlreicher Exemplare mit der etwas rohen, aber naturgetreuen Abbildung in den Icones rerum naturalium von Petrus Forskål und seiner ausführlichen Beschreibung stehe ich nicht an, die von mir beobachtete Meduse als von C. Andromeda specifisch verschieden zu erklären. Sie zeigt in der Zeichnung der Exumbrella, im Bau der Arme und im Gefäßsystem konstante Abweichungen. Ich gebe zunächst eine kurze

Speciesdiagnose: Der Schirm von Cassiopea polypoides ist niedrig und scheiben- oder napfförmig. Der Durchmesser ausgewachsener Individuen beträgt 10—15 cm. Seine Farbe ist hellbraun. Die Exumbrella ist in einen großen Saugnapf umgewandelt, der von einem etwas erhabenen Rande umgeben ist und bis auf 1$^1/_2$—2 cm vom Schirmrande entfernt, die Scheibenfläche einnimmt. Im Centrum der Scheibe, resp. des Saugnapfes erhebt sich eine aus Gallerte gebildete Verdickung von 3$^1/_2$—4 cm Durchmesser. Am Schirmrande ist die Gallerte verdünnt. Bei ausgewachsenen Exemplaren schimmern die Geschlechtsorgane niemals durch, dagegen sieht man zuweilen bei jungen Individuen ein durchschimmerndes Genitalkreuz. Der Schirmrand besitzt 80 kurze, gerundete Lappen (in jeden der 16 Parameren drei Velarlappen zwischen zwei Ocularlappen). Die Exumbrella besitzt 16 milchweiße oculare Radialflecken, die bei den schärfer gezeichneten Individuen gegen das centrale Ende spatelförmig verbreitert sind, am peripheren Ende den Sinneskolben halbmondförmig umgreifen. Nach außen vom Rande des Saugnapfes besitzen diese Radialflecken abermals eine Verbreiterung und bei gut ausgeprägter Zeichnung fließen sie hier zu einem milchweißen Kreise zusammen. Zwischen je zwei Ocularflecken stehen am Schirmrande drei (also 16×3) kleinere Radialflecken von milchweißer Farbe. Schwarze Radialflecken, wie sie C. Andromeda auf der Exumbrella aufweist, fehlen stets.

Die dicke Mundscheibe ist regelmäßig achteckig. Die acht von derselben entspringenden Arme sind niemals abgeplattet, sondern bis an das distale Ende stets höher als breit. Bei jungen Exemplaren reichen sie bis zum Schirmrande, bei älteren sind sie stets länger als der Schirmradius. Sie sind olivenfarben, auf der Oberseite meist milchweiß. Jeder Arm trägt in der Regel drei Paare alternirender Fiederäste, welche auf der Unterseite mit intensiv braun gefärbten Saugkrausen besetzt sind, dazwischen stehen noch Zottenbüschel und zahlreiche mittelgroße Kolbenblasen von milchweißer Färbung, endlich noch große, über 3 cm lange drehrunde oder verbreiterte Tentakel. Auf der Mundscheibe steht zuweilen ein dichter Besatz von kleinen Kolbenbläschen.

Die Färbung und Zeichnung von Cassiopea polypoides ist mannigfaltig und bunt, aber auch variabel. Unter den Hunderten von lebenden Exemplaren, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, konnte ich nicht weniger als fünf verschiedene Varietäten unterscheiden:

1) C. polypoides variet. cyanea: Die großen Tentakel zahlreich (fünf bis sechs auf jedem Arme), entweder himmelblau oder grünblau. Zeichnung der Exumbrella am Schirmrande scharf, die radialen Ocularflecken gegen das centrale Ende hin häufig etwas verschwommen. Die weißen Zotten zahlreich, die Kolbenblasen spärlicher. Häufigste Varietät.

2) C. polypoides variet. flava: Die großen Tentakel stets drehrund, niemals abgeplattet, ihre Färbung honiggelb oder hellblond. Kolbenblasen und Zottenbüschel zahlreich. Die Zeichnung der Exumbrella meist sehr scharf ausgeprägt. Häufige Varietät.

3) C. polypoides variet. albida: Die großen Tentakel stets drehrund und von weißer Farbe. Zottenbüschel und Kolbenblasen reichlich entwickelt. Seltenere Varietät.

4) C. polypoides variet. rosea: Exumbrella olivenfarben, Radialflecken undeutlich, die großen theils runden, theils abgeplatteten Tentakel zahlreich und von zart rosarother Färbung. Kolbenblasen spärlich. Seltene Varietät.

5) C. polypoides variet. herbacea: Kolbenblasen und Zottenbüschel schwach entwickelt, die großen Tentakel völlig fehlend, die Saugkrausen der Arme groß. Seltene Varietät.

Lebensweise: Die sonderbare Meduse weicht in ihrer Lebensart von den meisten übrigen Scheibenquallen sehr erheblich ab, indem sie ihre pelagische Lebensweise aufgegeben hat und zu einer strandbewohnenden Species geworden ist. Sie lebt gesellig und man trifft sie in zahlreichen Herden in der äußeren Uferzone in einer Tiefe von $^1/_2$ bis 1 Meter auf den abgestorbenen Korallenbänken. Sie wählt meist diejenigen Stellen, wo die Sandkrabben (Ocypoda) arbeiten. Letztere zernagen bekanntlich die harte Oberfläche der Riffe und werfen im Umkreise ihrer Löcher maulwurfartige Hügel von feinem Sande auf. Zwischen diesen Hügeln setzt sich C. polypoides mit Vorliebe fest, indem sie sich mit dem großen Saugnapf der Exumbrella ansaugt und mit dem reichlich abgesonderten Schleim die Sandkörnchen zusammenkittet. Damit kehrt sie im Gegensatz zu den übrigen Medusen die Unterseite oder Subumbrella nach oben und gewinnt der großen, emporgestreckten Tentakel wegen eine täuschende Ähnlichkeit mit einer großen Seerose oder Actinie, wofür ich auch anfänglich diese Meduse hielt.

Ihrer bunten Färbung und zierlichen Gestalt wegen gehört sie mit zu den herrlichsten Erscheinungen, welche die Rifffauna des rothen Meeres darbietet.

Wie ich mich durch Versuche überzeugte, bleibt die Meduse wochenlang fest verankert und sitzt fortwährend auf demselben Fleck. Nur bei starken Stürmen mag sie vom Boden losgelöst und an einen anderen Platz getrieben werden. Ihre Schwimmfähigkeit hat sie beinahe vollständig eingebüßt und alle Individuen, mit welchen ich Versuche anstellte, sanken hilflos zu Boden.

In Glasgefäßen gehalten, führen sie nur schwache Schirmkontraktionen aus, die weniger zum Schwimmen als zum Ansaugen an die Glaswand dienen.

B. Anatomie der Cassiopea polypoides.

So weit es sich um Flächenpräparate und Zerzupfungspräparate handelt, stößt die Untersuchung der Medusen nicht auf allzugroße Schwierigkeiten und über viele Punkte erlangte ich an frischen Objekten, so wie an solchen, welche ich mit Osmiumsäure oder Chromsäure behandelte und in Weingeist einlegte, einen befriedigenden Einblick.

Aber in zahlreichen Fällen muss man zur Anwendung von Schnittmethoden schreiten und bei der gallertartigen Beschaffenheit des Körpers boten diese von jeher bei den Medusen besondere Schwierigkeiten dar.

An gewissen Stellen, so an der Exumbrella und an den Armen, ist bei dieser Art indessen die Schirmgallerte ziemlich konsistent, so dass an frischen Stücken Schnitte von ausreichender Feinheit angefertigt werden können. Aber an anderen Stellen, wie z. B. an den Geschlechtsorganen, geht dies nicht an.

Von Einbettungsmethoden habe ich vollständig Umgang genommen und mich zum Anlegen von Schnittserien ausschließlich der Gefriermethode bedient. Diese leistet gerade bei Medusen ganz ausgezeichnete Dienste und hilft über alle Schwierigkeiten der Untersuchung hinweg, zumal die Gefriermikrotome gegenwärtig in großer Vervollkommnung in den Handel kommen. Dieses so wichtige Hilfsmittel wird wohl in Bälde alle Härtungs- und Einbettungsmethoden in den Hintergrund drängen. Bei zu starker Abkühlung des Metalltisches, auf welchem man Gewebsstücke einfrieren lässt, wird das Eis allerdings oft in unangenehmer Weise hart und spröde, durch Übung wird man aber bald diejenige Grenze der Abkühlung herausfinden, bis zu welcher das Eis eine zum Anlegen von Schnitten günstige Beschaffenheit besitzt.

Die Exumbrella.

Während bei den meisten Medusen die obere Schirmfläche mehr oder minder stark gewölbt erscheint, ist sie bei Cassiopea polypoides im Gegentheil vertieft und es lassen sich deutlich zwei Abschnitte unterscheiden: der centrale Saugnapf und der freie Schirmrand.

Der Saugnapf ist nach außen begrenzt von einem circa 1—1$\frac{1}{2}$ cm breiten Rande, welchen ich als Margo acetabularis bezeichne. Er verläuft parallel dem Schirmrande, zeichnet sich im Leben durch eine meist blasse Farbe und etwas rauhe Oberfläche aus, ist aber niemals durch eine Kranzfurche gegen den Schirmrand abgesetzt.

Die vertiefte Sauggrube erhebt sich in der Mitte des Gallertschirmes zu einem abgerundeten, aus verdickter Gallerte bestehenden Gebilde. Am Schirmrande erscheint die Gallertsubstanz stark verdünnt.

Das Epithel der Exumbrella.

Den Ektodermbelag, welcher die Schirmfläche überzieht, habe ich sowohl an frischen wie an mit Osmiumsäure und Chromsäure behandelten Exemplaren untersucht. An Vertikalschnitten konnte ich mich bald überzeugen, dass die einzelnen Stellen histologisch nicht unerheblich von einander abweichen. In der Sauggrube findet sich ein hohes Cylinderepithel, welches gegen das Centrum hin niedriger wird und an der Margo acetabularis plötzlich in ein kubisches Epithel übergeht. Am Schirmrande beginnen in der Umgebung des Saugnapfrandes wieder schlanke Cylinderepithelien aufzutreten, nehmen aber nach außen nach und nach an Höhe ab.

Die Hauptmasse der Zellen besteht aus blassen Gebilden, deren Höhe 0,05 mm und deren Durchmesser 0,012 mm beträgt. In Osmium werden sie nur am Rande gebräunt, im Centrum dagegen gar nicht. In Karmin färben sie sich nur schwach. Diese Zellen besitzen einen körnchenreichen Mantel, welcher von Plasma gebildet wird und den kleinen, wandständigen Zellkern enthält. Der helle Centraltheil ist an der Oberfläche nicht mit von einer Membran überdeckt, sondern frei anstehend.

Ich betrachte diese in ihrer Zahl weitaus vorwiegenden Gebilde als Becherzellen, am ehesten den mucinliefernden Becherzellen in der Haut der Mollusken vergleichbar.

Ihr blasser Inhalt ist offenbar in Umwandlung zu Schleim begriffen und wie man sich an frischen Schnitten leicht überzeugt, ist der Saugnapf stets mit einer ansehnlichen Lage von Schleim bedeckt. Auf mechanische und chemische Reize erfolgt eine vermehrte Absonderung. In Alkohol eingelegt überzieht sich die Exumbrella mit einer dicken Lage von niedergeschlagenem Mucin (Fig. 7 *s*).

Wir haben in dieser reichen Ausstattung mit mucinliefernden Drüsenzellen offenbar eine Anpassung an die eigenartige Lebensweise des Thieres zu erblicken und die abgesonderten zähen Schleimmassen helfen mit zur Befestigung am Boden, indem sie die Sandpartikel der Unterlage verkitten. Löst man die Meduse von ihrer Unterlage los, so findet man stets einen Überzug adhärirender Sandkörnchen.

Neben den Becherzellen finden sich noch andere Elemente im Epithel, und zwar schlanke Stützzellen und endlich noch Nesselzellen oder Cnidoblasten. Letztere sind spärlich und haben an dieser zur Fußscheibe verwendeten Körperregion auch keine Bedeutung, zumal an anderen Stellen zahlreiche Nesselzellen vorhanden sind.

Die Muskulatur der Exumbrella.

Aus dem Vorkommen eines Saugnapfes lässt sich a priori schon eine wohl ausgebildete Muskulatur an der zur Fußscheibe umgewandelten Exumbrella erwarten. Diese ist in der That vorhanden und hierin zeigt Cassiopea polypoides wiederum eine Abweichung von den meisten Scheibenquallen, denen ja im Allgemeinen eine Muskulatur an der äußeren Schirmfläche fehlt. Doch hat jüngst v. Lendenfeld[1] ein System zarter Fasern von Epithelmuskeln an der Basis der Nesselknöpfe bei Cyanea Annaskala nachgewiesen.

Die Muskelfasern sind zahlreich, lang, niemals quergestreift und ausschließlich in radialer Richtung verlaufend. Cirkuläre Fasern fehlen durchaus.

Die Fasern gehören der subepithelialen Lage des Ektoderm an und sind bereits aus dem Epithel ausgeschieden. Sie zeigen ein Verhalten, das uns bei der glatten Muskulatur der Subumbrella wieder begegnet. Obschon die Fasern parallel laufen, so lehren uns dennoch Zerzupfungspräparate, dass sie ein Netzwerk bilden, indem sie vielfach anastomosiren.

An zwei Stellen des Saugnapfes fehlt die Muskulatur, nämlich am Rande und im Centrum. An diesen Stellen hängt denn auch das Ektoderm weniger innig mit der darunter gelegenen Schirmgallerte zusammen und bei älteren Exemplaren fand ich an dieser Stelle meist gar kein Epithel mehr. Ich erkläre mir diese Thatsache daraus, dass bei wiederholtem Wegspülen von der Unterlage in Folge starker Brandung und bei nachfolgendem Wiederbefestigen des Schirmes an diesen Stellen das Epithel abgerieben wurde. Am freien Schirmrande ist die Muskulatur in der Nähe des Saugnapfes noch entwickelt, nach außen fehlt sie.

Die Schirmgallerte (Mesoderm).

Die nach der jetzt vorwiegenden Ansicht vom Entoderm abstammende Schirmgallerte besitzt bei unserer neuen Art einen höheren Grad histologischer Komplikation, als er bisher von den Medusen bekannt war und ich stehe nicht an, die Schirmgallerte von Cassiopea als ein Gewebe von selbständigem Charakter, als ein echtes Mesoderm aufzufassen.

---

[1] R. v. Lendenfeld, Über Coelenteraten der Südsee. I. Mittheilung. Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. 1882.

In der Gallerte der Medusen sind von früheren Forschern wiederholt Zellen beobachtet worden. O. Hamann[1] macht die Angabe, dass bei allen Rhizostomen Zellen in diesem Stützgewebe vorkommen, welche dem Entoderm entstammen und die Gallerte bilden und ernähren. Sie sind meist mit Fortsätzen versehen und werden von ihm mit dem Namen Colloblasten bezeichnet, weil sie mit Bezug auf die Grundsubstanz vermuthlich dieselbe Rolle spielen, wie die Osteoblasten im Knochengewebe.

v. Lendenfeld[2] beschreibt für seine Cyanea Annaskala Colloblasten zweierlei Art, die gewöhnlichen verästelten Zellen und kleine, kugelige Zellen mit stark lichtbrechenden Körnchen.

Bei Cassiopea polypoides enthält die Gallerte dreierlei Zellelemente, welche in ihrem Habitus und wohl auch in ihrer Bedeutung für den Organismus durchaus verschieden sind (Fig. 7).

Zunächst finden sich in großer Zahl die gewöhnlichen farblosen und mit feinen Körnchen erfüllten Zellen, welche mit Bezug auf Bildung der Gallerte vielleicht ausschließlich den Namen »Colloblasten« verdienen. Es sind Zellen von wandelbarer Gestalt, bald kugelig, bald bipolar, bald mit zahlreichen Ausläufern versehen. Am dichtesten sind sie unmittelbar unter dem Ektoderm, in der Tiefe finde ich sie stets weniger zahlreich.

Eine zweite Art von Zellen erscheint in großer Menge dicht unter dem äußeren Epithel eingebettet; in ihrer Größe stimmen sie ungefähr mit den vorigen überein, ihr Durchmesser beträgt 0,01 mm. Sie sind seltener vereinzelt, meist sind sie zu kugeligen oder länglichen Haufen von 30—40 Zellen vereinigt. Ihre Farbe ist ein intensives Gelbbraun, wesshalb ich sie als braune Pigmentzellen bezeichne. Sie sind offenbar identisch mit den sog. »gelben Drüsenzellen«, welche O. Hamann bei einem großen Theile der Rhizostomen auffand und zu diesem Schlusse führt mich namentlich seine in Fig. 22 gegebene Abbildung. Er giebt an, dass sie vereinzelt oder in kugelige Partien angehäuft, sowohl im Exoderm als im Entoderm vorkommen. Für Cassiopea kann ich dies nicht bestätigen, diese Gebilde fehlen in beiden Zellenlagen und gehören ausschließlich dem Mesoderm an und zwar sind sie in der

---

[1] O. Hamann, Die Mundarme der Rhizostomen und ihre Anhangsorgane. Jen. Zeitschr. für Naturwissenschaft. XV. Bd. Jena 1881.

[2] R. v. Lendenfeld, l. c.

Tiefe der Gallerte fehlend, stets findet man sie unmittelbar unter dem Muskelbelag des Exoderm. Im Centrum der Scheibe und am Rande des Saugnapfes sind sie spärlich vorhanden. An den übrigen Körperstellen sind sie besonders zahlreich in den Geschlechtsorganen und in den Mundtrichtern.

An diesen Zellen fällt zunächst die ziemlich dicke und feste Membran auf, sie erscheinen daher von einem scharfen und doppelten Kontur umgeben.

Bei der jetzt vorherrschenden Neigung, derartige Zellen als eingedrungene parasitäre Gebilde zu betrachten, suchte ich mir Aufschluss über ihre allfällig pflanzliche Natur zu verschaffen.

Es lässt sich nicht leugnen, dass diese Elemente eine große Ähnlichkeit mit den »gelben Zellen« der Radiolarien besitzen. Letztere sind aber nach Cienkowsky als fremde Eindringlinge in den Radiolarienkörper zu betrachten und als einzellige parasitäre Algen zu deuten. Ähnliche Körper haben wir in der Zoochlorella bei Hydra viridis vor uns.

Gelbe Zellen werden auch in dem Körper der Actinien angetroffen, wie aus den Arbeiten von Heider und O. und R. Hertwig zu entnehmen ist. Die letzteren Autoren betrachten die dicke Hülle der Zellen als Cellulosemembran und halten damit deren Natur als einzellige Algen für wahrscheinlich.

Hamann vertritt die Ansicht, dass die gelben Zellen der Medusen als Drüsen aufzufassen seien.

Um zu entscheiden, ob diese Gebilde pflanzlicher oder thierischer Natur seien, nahm ich mehrere mikrochemische Reaktionen vor und erhielt folgende Resultate:

1) Mit Jod färben sich die kugeligen gelben Zellen bei Cassiopea polypoides häufig violett oder violblau, jüngere Zellen werden hierbei nur gebräunt. Nicht nur die Zellen der Exumbrella, sondern auch diejenigen der Trichterkrausen und Filamente zeigen dieses Verhalten. Diese Reaktion würde auf einen Gehalt an Amylum hinweisen, aber noch keinen zwingenden Grund für die pflanzliche Natur der gelben Zellen abgeben.

2) Eine Blaufärbung der Zellmembran durch Behandlung mit Jod und Schwefelsäure trat niemals ein. Da diese Reaktion indessen nicht immer ganz zuverlässig ist, so wendete ich noch das folgende Verfahren an:

3) Die Behandlung mit dem bei den Botanikern üblichen Schulzeschen Reagens. Kochen der Zellen in koncentrirtem Reagens bewirkte eine vollständige Zerstörung der Zellen.

Eine verdünnte Lösung bei mäßigem Kochen entfärbte die mit Jod behandelten gelben Zellen unter vollständigem Schwinden des Zellinhaltes, auch die Membranen wurden angegriffen und begannen zu schrumpfen.

Aus diesem Verhalten ist daher zu entnehmen, dass die Zellmembran nicht aus Cellulose besteht, sondern eine verdichtete Lage einer eiweißähnlichen Substanz darstellt. Ich kann daher diesen Zellen keinen ausgesprochenen pflanzlichen Charakter zuerkennen und sie nicht nach Art einer Symbiose als eingedrungene Algen auffassen, sondern erkenne in ihnen eine besondere Zellform des Mesoderm.

Andererseits scheint mir aber auch ihre drüsige Natur noch nicht hinreichend begründet. Abgesehen davon, dass Drüsenzellen nicht so dicke Membranen zu besitzen pflegen und Öffnungen in der festen Umhüllung nicht nachweisbar sind, so besitzt das unmittelbar darüber liegende Epithel der Exumbrella einen ausgesprochenen Drüsencharakter. Da nun in diesen ziemlich energische Umsetzungen, Bildung von Mucin und dergleichen stattfinden, so ist recht wohl denkbar, dass die angrenzenden »gelben Zellen« des Mesoderm die Reservestoffe enthalten, welche bei diesen Umsetzungen verbraucht werden.

Eine dritte Zellform ist nicht nur in der Schirmgallerte, sondern an verschiedenen anderen Stellen, wie auf der Oberfläche der Arme, in den Kolbenblasen, Filamenten etc. in großer Zahl vertreten. Sie bedingt durch ihr Vorkommen die milchweiße Färbung gewisser Bezirke, also die weißen Radialflecke der Exumbrella. Diese Zellform zeichnet sich durch ihre beträchtliche Größe vor allen übrigen Mesodermelementen aus. Ihr Durchmesser beträgt das drei- bis vierfache desjenigen der gelben Zellen. Diese kugeligen oder länglichen Zellen stehen stets dicht gedrängt. Eine Zellmembran fehlt, wohl aber lässt sich unschwer ein rundlicher Kern nachweisen.

Der Zellinhalt ist in seinem centralen Theile klar und farblos, er entbehrt jeglicher Einlagerung von Körnchen. Der periphere Theil der Zelle ist dicht erfüllt mit kleinen Schüppchen, Blättchen oder Körnern. Vielfach trifft man solche Zellen, wo auch größere Bezirke der Oberfläche frei von Einlagerungen und daher durchsichtig sind. Zusatz von Säuren hat weder ein Aufbrausen noch ein Verschwinden dieser Gebilde zur Folge. Bei durchfallendem Lichte erscheinen diese Schüppchen und Körnchen schwarz, bei auffallendem Lichte weiß. Wo sie in größerer Zahl beisammen sind, entstehen daher weiße Flecken, daher ich sie als weiße Pigmentzellen bezeichne.

Neben Zellen finden sich in der Mesodermgallerte noch Fasern. Bei der in Rede stehenden Art sind sie vorwiegend senkrecht in die Tiefe gerichtet. Theilungen derselben konnte ich nie beobachten, eben so wenig eine netzförmige Verbindung derselben, wie sie T. Eimer[1] für Cyanea capillata erwähnt. Wahrscheinlich verlaufen die senkrechten Fasern ohne Unterbruch in parallelen Richtungen vom Schirmektoderm bis zur Decke der Magenhöhle. Der Verlauf ist ein gerader, und wenn man ihn auch oft an Präparaten wellenförmig hin und hergebogen oder gar korkzieherartig aufgerollt findet, so ist dies eine postmortale Erscheinung, an frischen Schnitten habe ich derartige Bilder nie beobachten können.

Die Fasern sind in der Regel drehrund, seltener schwach abgeplattet. Unmittelbar unter dem Ektoderm liegt noch ein zweites Fasersystem, welches nicht in die Tiefe geht, sondern der Schirmoberfläche parallel verläuft. Am verdünnten Schirmrande ist diese Faserung der Gallerte die ausschließliche. In der Umgebung der Sinnesnischen ziehen die Fasern in weitem Bogen durch die Gallerte und biegen gegen die Ränder der Nische ab. Die Decke der Sinnesnische enthält fast nur eine dünne Gallerte, aber keine Fasern und eine sehr spärliche Zahl von Zellen.

Die Leistung der beiden Fasersysteme besteht offenbar darin, vermöge ihrer Elasticität die durch den Muskelzug veränderte Schirmgallerte wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückzubringen.

Der Schirmrand und die Sinneskolben.

Der stark verdünnte Schirmrand ist gelappt, jedoch sind die Lappen klein und abgerundet. Ihre Zahl ist abhängig von der Zahl der Randkörper, eine Konstanz zeigt sich aber in so fern, als stets zwischen zwei Sinneslappen drei Velarlappen liegen.

Auf der Exumbrella sind die einzelnen Schirmlappen durch seichte Furchen von einander getrennt. Die Sinnesbuchten oder Sinnesnischen mit ihren Sinneskolben sind von der dorsalen, resp. exumbrellaren Seite ziemlich schwierig wahrzunehmen, ihre Lage ist dagegen leicht aus der Richtung der Radialflecken der Schirmfläche zu bestimmen. Besser erkennt man sie von der subumbrellaren Seite her. Die Normalzahl der Rhopalien und Sinnesnischen beträgt 16. Ausnahmsweise steigt sie auf 20 an oder sinkt bis auf 14 herab.

An ihrer Basis werden sie von den Radialflecken halbmondförmig umfasst (Fig. 6).

Was den gröberen Bau der Sinneskörper sammt ihrer nächsten Umgebung anbetrifft, so haben uns unlängst die Arbeiten verschiedener Autoren, insbesondere diejenigen der Gebrüder Hertwig einen so vollständigen Einblick in denselben gewährt, dass ich hier Bekanntes übergehen kann und nur einige Eigenthümlichkeiten hervorzuheben brauche.

---

[1] T. Eimer, Die Medusen, physiologisch und morphologisch auf ihr Nervensystem untersucht.

Die Sinnesbucht ist sehr eng, da die beiden Ränder der Sinneslappen einander sehr genähert sind. Auf der subumbrellaren Seite erscheinen die Ränder der Sinneslappen abgerundet und lassen nur einen schmalen Spalt als Eingang zur Sinnesnische offen. Sie sind in keiner Weise verlängert oder gar über einander gerollt. Auf der exumbrellaren Seite erscheinen die Ränder von einer Deckschuppe überbrückt, welche bis an das distale Ende der Sinneslappen reicht (Fig. 8). Diese Deckschuppe ist pigmentlos und durch eine sehr dünne Mesodermgallerte gestützt und daher vollkommen durchsichtig.

Die Gefäßversorgung des Randkörpers und seiner Umgebung erfolgt in der Weise, dass ein oculares Radialgefäß an die Basis herantritt, einen kleinen medianen Fortsatz in den Sinneskolben und seitlich zwei große bogenförmige Kanäle entsendet, welche in die Sinneslappen einbiegen. An ihrem Ende sind sie stets erweitert und zuweilen sinusartig (Fig. 8).

Die Sinneskolben sind stets vollkommen gerade, lang und dünn, aber am Ende kolbenartig erweitert. Im Verhältnis zur Größe der Meduse sind diese Gebilde sehr schwach entwickelt. Wie Haeckel angiebt, ist dies bei allen Toreumiden der Fall.

Bau und Funktion der Randkörper sind in der jüngsten Zeit Gegenstand zahlreicher und sehr eingehender Untersuchungen gewesen. Das physiologische Experiment hat im Verein mit einer minutiösen histologischen Analyse uns einen Einblick in deren Bedeutung ermöglicht. Wenn auch in Einzelheiten noch Kontroversen bestehen, so steht doch nach den experimentellen Untersuchungen von Eimer[1] und Romanes[2] und den histologischen Entdeckungen von Gebrüder Hertwig[3] und Claus[4] so viel fest, dass jeder einzelne Randkörper ein Nervencentrum darstellt und das distale Ende des Sinneskolbens als Träger von Sinnesorganen fungirt.

Leider ist Cassiopea polypoides in hohem Maße ungeeignet, über den Bau des Nervensystems und der Sinnesorgane neue Gesichtspunkte zu Tage zu fördern. Schon die festsitzende Lebensweise dieser Art hat eine starke Rückbildung der Beziehungsapparate und der lokomotorischen Centren zur Folge; die Muskulatur und damit auch ihre Innervationscentren zeigen eine schwache Entwicklung. Die Sinneskörper, wie oben schon angegeben, sind ungewöhnlich klein. Dann tritt noch der große Pigmentreichthum im Mesoderm störend hinzu. Ich beschränke mich daher auf die wesentlichsten Punkte bei den Sinnesorganen.

---

[1] Eimer, Über künstliche Theilbarkeit und über das Nervensystem der Medusen. Archiv für mikr. Anatomie. 1877.

[2] Romanes, Observations on the locomotor system of Medusae. Transact. Roy. Soc. 1876.

[3] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. 1878.

[4] C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. Wien 1878.

Die Spitze des Sinneskolbens wird von einem verhältnismäßig stark entwickelten Hörorgan eingenommen. Der Überzug wird von einem Plattenepithelium gebildet und darunter findet sich ein kugeliger Haufen von mehr als 100 stark lichtbrechenden Otolithen, welche in eine kernhaltige plasmatische Masse eingebettet sind. Die im Hörsäckchen eingeschlossenen Otolithen stehen dicht gedrängt und sind entweder kugelig, eiförmig oder tetraedrisch (Fig. 9 und 10).

Unmittelbar hinter dem Hörsäckchen und ihm theilweise noch aufliegend, findet sich ein Auge oder Ocellus. Man sollte erwarten, dass dieses Sehwerkzeug auf der subumbrellaren Seite liegt, da ja die Meduse im Leben nicht wie ihre schwimmenden Verwandten die Exumbrella nach oben, sondern dem Boden zu kehrt. Dies ist jedoch nicht der Fall, der Ocellus liegt auf der exumbrellaren Seite. Dieses Faktum wird erklärlich, sobald man die Lebensgewohnheiten der festsitzenden Meduse untersucht. Sie pflegt nämlich den freien Schirmrand emporzuheben, ja sogar schwach einzurollen, und damit gelangt auch das Auge nach oben. Die Querbrücke, welche die beiden Sinneslappen auf der Dorsalseite verbindet, ist wohl aus diesem Grunde vollkommen durchsichtig.

Das Sehpolster enthält Elemente, wie sie O. und R. Hertwig[1] für Oceania conica und Lizzia Köllikeri bereits beschrieben haben, nämlich Stäbchenzellen, welche mit einem rothbraunen Pigment dicht erfüllt sind und dazwischen stäbchenförmige Elemente, welche kein Pigment enthalten.

Unmittelbar hinter diesen beiden Sinneswerkzeugen liegen die »Tasthügel«. Sie erscheinen auffallend stark vorgewölbt und umgreifen als ringförmiger Wulst den Sinneskolben. Sie tragen wesentlich zu der kolbenförmigen Verdickung am Ende der Rhopalien bei.

Die Tastzellen sind sehr schlank, stehen außerordentlich dicht und sind an ihrem Ende mit einer Geißel versehen (Fig. 9).

Vor kurzer Zeit (1877) hat Claus[2] noch ein weiteres Sinnesorgan aufgefunden, welches auf der Dorsalseite der zur Nischendecke vergrößerten Querbrücke der beiden Sinneslappen seinen Sitz hat, eine Grube mit kleinzelligem Epithel und in der Tiefe verlaufenden Nervenfasern darstellt.

---

[1] O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Taf. VIII.

[2] C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. 1878.

Da erfahrungsgemäß die Medusen eine gewisse Empfindlichkeit gegen Änderungen in der Qualität des Seewassers zeigen, und mit eintretendem Regen in die Tiefe wandern, so ist er geneigt, in diesem bei Scheibenquallen sehr verbreiteten Sinnesorgan ein Riechorgan zu erblicken.

Ich finde ein entsprechendes Gebilde auch auf der dorsalen Seite der Nischendecke von Cassiopea polypoides. Es ist ein nur mäßig vertiefter Bezirk kleiner Epithelzellen, welcher sich ziemlich scharf von der Umgebung abhebt, etwas getrübt erscheint und die Gestalt eines Hufeisens besitzt. Die Konvexität des Hufeisens liegt in der Nähe der Ursprungsstelle der Nischendecke, die ziemlich langen Schenkel des Hufeisens laufen den Rändern der Sinneslappen parallel. Die Sinneszellen dieses hufeisenförmigen Riechorganes sind schlank und cylindrisch, sie gleichen den Tastzellen und erhalten in der Tiefe zahlreiche, von der Randkörperbasis hinzutretende Nervenfibrillen.

Die Subumbrella und ihre Muskulatur.

Die festsitzende Lebensweise der in Rede stehenden Medusenart bringt es mit sich, dass die Subumbrella nach oben gekehrt und normal nicht konkav, sondern umgekehrt gegen die Mundarme hin konvex erscheint.

Von einer Schirmglocke kann man daher nicht reden und bei den schwachen Schirmkontraktionen, welche von Cassiopea polypoides ausgeführt werden, ist eigentlich nur der verdünnte Schirmrand etwas eingerollt.

Die histologischen Verhältnisse sind verwickelter als an irgend einer anderen Körperstelle.

Hier zerfällt das Ektoderm in zwei Lagen, welche sich namentlich bei Anwendung von schwacher Chromsäure ziemlich leicht von einander trennen lassen. Die obere oder epitheliale Lage enthält die unmittelbar an die Oberfläche reichenden Zellen. Die untere oder subepitheliale Lage wird von Ganglienzellen, glatten und quergestreiften Muskelfasern gebildet.

In ersterer sind die kubischen oder abgeflachten Deckzellen vorwiegend. Ich muss ihnen auch hier eine Drüsenthätigkeit vindiciren, indem auf mechanische und chemische Reize hin, insbesondere beim Kontakt mit Alkohol, dicke Lagen von Mucin auf der ganzen Subumbrella abgelagert werden. Zwischen ihnen finden sich vereinzelt stäbchenförmige Zellen, welche vermuthlich als Sinneszellen fungiren.

Über die ganze Subumbrella vertheilt begegnet man den nicht sehr zahlreichen Nesselzellen oder Cnidoblasten, welche die rundlichen Nesselkapseln eingeschlossen enthalten.

Die subepitheliale Schicht enthält vorwiegend Muskelelemente. So weit sich mit bloßem Auge oder bei Anwendung von schwachen Vergrößerungen die Anordnung der Muskulatur verfolgen lässt, so finden sich dieselben Verhältnisse wieder, welche Ernst Haeckel auf p. 570 seines Medusenwerkes für Cassiopea ornata beschreibt und auf Tafel XXXVII abbildet.

Auch hier ist in der Nähe des Schirmrandes eine Ringmuskelzone vorhanden, welche durch die Sinnesbuchten unterbrochen wird. Weiter nach innen folgt ein System stark gebogener, wellig verlaufender Fasern und Muskelzüge, aber diese Zone ist bedeutend breiter als bei C. ornata. Sie ist doppelt so breit als die Ringfaserlage und nimmt eine dem Saugnapfrande der Exumbrella entsprechende Lage ein. Nach innen und zwar ohne schroffe Übergänge, erscheinen die cirkulär verlaufenden Fasern zu 32 Arcaden angeordnet, welche bedeutend kürzer sind als bei C. ornata.

Je zwei Arcaden liegen in dem Sector, welcher von zwei nach den Randkörpern verlaufenden Radien gebildet wird. Die Entwicklung der Ringmuskulatur ist keineswegs überall gleich, am stärksten sind die Faserlagen in der Mitte, d. h. in dem System jener gekrümmten und wellig verlaufenden Züge, am schwächsten in den Arcaden.

Wie bei verschiedenen Coelenteratengruppen, so legt sich auch hier mit zunehmender Entwicklung die Muskellamelle in Falten, welche durch Mesodermleisten gestützt werden. Diese »Muskelleisten« finden sich auch hier und ihr Verlauf und Ausbildung stimmt überein mit dem, was so eben über die Muskelzüge des cirkulären Systems hervorgehoben wurde.

Neben cirkulär verlaufenden Muskelelementen lässt sich in der Subumbrella auch noch eine radial verlaufende Muskulatur nachweisen.

Übergehend zu den histologischen Einzelheiten muss zunächst hervorgehoben werden, dass beide Fasersysteme vollständig aus dem Epithel ausscheiden und der subepithelialen Lage angehören.

Der Mesodermgallerte unmittelbar aufliegend, also die tiefste Lage einnehmend, finden wir die cirkulär verlaufende Muskulatur.

Ihre Elemente bestehen aus quergestreiften Fasern, welche platte und an ihren Enden spitz auslaufende Bänder darstellen.

Unter sich verlaufen sie vollkommen parallel. Als eine Eigenthümlichkeit verdient hervorgehoben zu werden, dass unmittelbar unter ihnen, zu langen Reihen angeordnet, die braunen Pigmentzellen des Mesoderms gelagert sind. Kugelige Haufen, wie an den übrigen Körperstellen, findet man seltener. Es scheint mir dies wiederum für die Annahme zu sprechen, dass in diesen Elementen Reservestoffe angehäuft sind, welche für die unmittelbar über ihnen liegenden Muskeln verwendet werden.

Neben den genannten Elementen existirt in der Subumbrella noch ein System radialer Fasern, doch ist ihr Verlauf nicht so regelmäßig wie an anderen Körperstellen, beispielsweise auf der Exumbrella, an den Genitalsäcken oder auf den Armen.

Durch Abpinseln der oberflächlichen Epithelzellen gelingt es unschwer, diese aus glatten Elementen bestehenden Faserzüge bloßzulegen. Die Fasern sind an vielen Stellen außerordentlich dicht, an anderen wiederum spärlicher. Mit den Fasern der Mesodermgallerte können sie nicht verwechselt werden, da sie sich von letzteren sofort durch ihre geringere Dicke und durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen unterscheiden. Da und dort erkennt man das anhaftende Muskelkörperchen.

Während die quergestreiften Elemente parallel neben einander liegen, bildet die glatte radiale Muskulatur ausgedehnte Fasernetze, indem von einer Faser zur anderen Verbindungsstränge hinlaufen. Doch ist die Richtung vorwiegend senkrecht zu den quergestreiften Elementen.

Was ihre Lage anbetrifft, so kann ich mich vollständig den Angaben anschließen, welche v. LENDENFELD für Cyanea Annaskala gemacht hat.

Sie gehören dem subepithelialen Ektoderm an und liegen unmittelbar über den quergestreiften Elementen. In gleicher Höhe liegen die Ganglienzellen, welche indessen hier nicht durch besondere Größe ausgezeichnet sind.

Im Vergleiche mit den freischwimmenden Rhizostomen darf noch hervorgehoben werden, dass der Muskelbelag der Subumbrella einen geringen Grad der Entwicklung erlangt und nur eine dünne Muskellamelle darstellt.

Das Gastrovascularsystem.

Bei den Toreumiden erreicht dasselbe eine besondere Komplikation, indem neben dem Centralmagen und den in die Scheibe verlaufenden Gefäßen die zuführenden Armgefäße und deren Anhänge einen hohen

Grad der Ausbildung erlangen. Letztere werden in dem folgenden Abschnitt besondere Erwähnung finden.

Der Centralmagen besitzt eine viereckige Gestalt und ist wie bei allen Toreumiden eng. Bei jugendlichen Exemplaren darf er eigentlich nicht unbedeutend genannt werden, mit zunehmender Größe wird er zwar verhältnismäßig weiter, allein sein Lumen wird fast vollständig von den Geschlechtsorganen ausgefüllt (Fig. 11).

Da sich der Boden, d. h. die Exumbrella, verdickt, und an der Decke, wo sich die Mundscheibe befindet, vier später zu beschreibende Genitalpolster nach innen vorwölben, so bleiben bei ausgewachsenen Individuen eigentlich nur vier im Kreuz gestellte Wege für den Durchtritt der assimilirten Nahrung übrig, welche gegen die Radialgefäße hin in eine Art Randsinus einmünden.

Nimmt man die bedeutende Entwicklung der Armgefäße und Armanhänge in Betracht, so leuchtet ein, dass die physiologische Dignität des Centralmagens auf ein Minimum herabgedrückt wird und er wohl lediglich als Leitungsweg zwischen Armgefäßen und Radialgefäßen dient.

Das ihn auskleidende Flimmerepithelium ist am Boden und an der Decke nicht wesentlich verschieden.

Die Modifikationen, welche der gastrale Epithelüberzug auf den Geschlechtsorganen erleidet, sollen hier übergangen werden.

Über den Verlauf der Radialgefäße hat Haeckel in seinem Medusenwerke für Cassiopea ornata specielle Angaben gemacht, welche im Wesentlichen auch für unsere neue Art zutreffen, im Einzelnen aber doch sehr erheblich abweichen. Auch hier strahlen vom Magenrande aus 32 Hauptgefäße nach dem Schirmrande hin. Davon gehen 16 unter den weißen Radialflecken weg zu den Randkörpern, es sind die ocularen Hauptgefäße. Mit diesen alterniren 16 andere Radialgefäße, es sind die interocularen Hauptgefäße. Weicht die Zahl der Randkörper von der Normalzahl 16 ab, so findet eine entsprechende Vermehrung oder Verminderung der Radialkanäle statt. Zwischen den Hauptgefäßen breitet sich nun überall ein dichtes Maschenwerk aus. Die Maschen sind rundlich, pentagonal oder hexagonal.

Bei der nahe verwandten Cassiopea ornata[1] existirt ein deutlicher Ringkanal, welcher am Schirmrande hinzieht und aus bogenförmigen Abschnitten gebildet wird (Taf. XXXVII, Fig. 2 bei Haeckel). Ein zweiter Ringkanal mit ähnlichem Verlauf liegt mehr nach innen. Eine derartige Bildung kommt bei C. polypoides nicht vor, es fehlt sowohl ein äußerer als ein innerer Ringkanal.

Dagegen bin ich am verdünnten Außentheil der Scheibe, nach außen von der Margo acetabularis, einer Bildung begegnet, die ich vielleicht als ein Äquivalent eines Ringkanales deuten darf.

---

[1] Nach Haeckel auch bei C. andromeda.

An Radialschnitten überzeugt man sich leicht, dass in der Nähe des Schirmrandes die Mesodermgallerte, welche auf der exumbrellaren Seite der deutlich ausgebildeten Gefäßlamelle liegt, einen stark ausgesprochenen kavernösen Bau besitzt. Zahlreiche unter sich kommunicirende Höhlungen und Kanäle von verschiedener Weite durchziehen das Mesoderm. Ihre Wandung wird oft nur von einer dünnen Gallertschicht gebildet. Einen besonderen Zellenbelag dieser Räume konnte ich an keiner Stelle beobachten (Fig. 14 *mc*).

Diese Mesodermkavernen, wie ich die genannten Räume in der Gallerte nennen will, fehlen auf der anderen Seite der Gefäßlamelle vollständig.

Es gelingt durch Injektion vom Magen aus dieselben zu füllen, daher ein Zusammenhang mit den Gefäßen des Schirmrandes angenommen werden darf.

Allerdings kann man den Einwand erheben, dass man den Druck bei Injektionen nie vollständig in der Hand hat und bei einem so zarten Gewebe Rupturen fast unvermeidlich sind.

Eine gewisse funktionelle Bedeutung wird man aber den Mesodermkavernen des Schirmrandes doch zuschreiben müssen, ohne Zusammenhang mit dem Gefäßsystem haben sie keinen Sinn.

Die plausibelste Deutung scheint mir die zu sein, dass das Mesoderm hier zu einer Art erectilem Gewebe wird, welches den Inhalt der Kavernen in die Gefäße entleert, sobald die Ringmuskulatur des Schirmrandes sich kontrahirt, beim Nachlassen des Muskelzuges sich dagegen wieder füllt und dadurch wieder in die frühere Lage gebracht werden kann.

Eine derartige Einrichtung wird um so verständlicher, als im äußeren Theil des Schirmrandes die Muskulatur der Exumbrella vollständig fehlt. Dessenungeachtet kann man bei lebenden Exemplaren leicht konstatiren, dass sie beim Ansaugen des Schirmes an die Glaswand eines Gefäßes die Schirmränder sehr fest gegen die Glasfläche zu pressen vermögen und daher oft nur schwer im unverletzten Zustande davon losgelöst werden können.

Ohne die oben erwähnte Einrichtung wäre dies wohl kaum möglich.

Im Anschluss an die Gefäße muss hier noch der Gefäßplatte (Claus) oder der Entodermlamelle (Gebr. Hertwig) Erwähnung geschehen. Diese Zellschicht, welche zwischen den Gefäßen ausgespannt erscheint, muss dem Entoderm zugerechnet werden. In dieser Deutung sind alle Forscher, welche sich in den letzten Jahren mit der Histologie der

Medusen beschäftigt haben, vollkommen einig. Sie entsteht, worauf schon Claus hingewiesen hat, aus einer Verlöthung dorsaler und ventraler Partien der peripheren Abschnitte des Gastrovascularsystems.

In neuester Zeit ist denn auch Haeckel und v. Lendenfeld der Nachweis gelungen, dass die Entodermlamelle ursprünglich zweischichtig ist und erst sekundär zu einer einfachen Zellenlage wird. Haeckel konnte sogar noch einen Unterschied des dorsalen und ventralen Epithels der doppelten Gefäßplatte bei Periphema regina konstatiren[1].

Bei Cassiopea polypoides ist die zwischen den Gefäßen ausgespannte Entodermlamelle einschichtig und hebt sich deutlich gegen das umgebende Mesoderm, aber auch gegen das Epithel der Gefäße ab. Während letzteres trübe und körnchenreich ist, sind die Zellen der Lamelle blass und körnchenfrei. Sie erscheinen als eine Lage platter Elemente, aber mit deutlichen Zellgrenzen, welche ohne weitere Behandlung sichtbar sind. Der rundliche Kern liegt in der Mitte und ist von einer geringen Menge Plasma umgeben, welches fadenartige Ausläufer nach der Peripherie aussendet. Jede Zelle ist im Centrum buckelartig vorgewölbt (Fig. 14 *el*).

An Radialschnitten überzeugt man sich, dass die Entodermlamelle nicht vollständig bis zum Rande reicht, sondern vorher sich gegen die Subumbrella umbiegt und sich in der Nähe des Ektoderms verliert.

Die Lage der Gefäßplatte ist der Subumbrella sehr genähert, so dass die exumbrellare Gallerte weitaus überwiegt. Da wo die Muskelleisten der Subumbrella eine wechselnde Dicke der zugehörigen Gallerte bedingen, nähert sich die Entodermlamelle den Einsprüngen so sehr, dass sie oft nur um die doppelte Höhe des Ektoderms absteht.

Die Mundarme und ihre Anhänge.

Die Mundarme, acht an der Zahl, entspringen aus der verdickten Mundscheibe und tragen meist drei Paar Fiederäste, von denen das hinterste Paar stets am kürzesten zu sein pflegt. Die Armlänge kommt bei jugendlichen Exemplaren dem Schirmradius ungefähr gleich, bei großen Individuen reichen sie über den Scheibenrand hinaus.

Jeder Arm ist, wie man sich auf Querschnitten überzeugt, von seinem Ursprung an bis zur Spitze dreiseitig prismatisch mit abgerundeten Kanten. Eine Fläche ist der Exumbrella zugekehrt, die axiale Armkante, welche die verschiedenen Armanhänge trägt, ist im Leben nach oben gekehrt. Unmittelbar unter dieser Armkante verläuft der ziemlich enge Armkanal, welcher der Theilung der Arme entsprechend, in jede Fieder einen Zweig aussendet. Die einzelnen Armkanäle münden in der Mitte der Mundscheibe in die Magenhöhle ein.

---

[1] E. Haeckel, Die Tiefseemedusen der Challenger-Reise u. der Organismus der Medusen. Taf. XXV, Fig. 8.

Der niedrige Epithelüberzug zeigt im Wesentlichen dieselben Elemente und dieselbe Anordnung, wie auf der Subumbrella.

Die Muskulatur verläuft ausschließlich radial, also der Armachse parallel. An Chromsäurepräparaten lassen sich ihre Elemente leicht isoliren und da ergeben sich Verhältnisse, welche von der früher besprochenen radialen Muskulatur der Scheibe abweichen. Die Fasern sind vollkommen glatt, unverzweigt und im Innern vollkommen homogen. Anastomosen habe ich nicht beobachtet.

Jede Faser stellt ein langgestrecktes, an den Enden zugespitztes schmales Band dar. Mit der einen Kante liegt es auf der Mesodermgallerte, die einzelnen Fasern legen sich demnach mit der Breitseite an einander. Auf der entgegengesetzten Kante erhebt sich eine abgerundete Portion von Plasma in der Mitte und in dieser erscheint ein deutliches, scharf konturirtes und stark lichtbrechendes Muskelkörperchen (Fig. 15). Die einzelnen Muskelkörperchen erscheinen zwischen die Epithelzellen eingekeilt und man kann daher diese Muskelfasern noch als Epithelmuskeln betrachten, obschon sie sich eigentlich der Grenze nähern, wo man von einer in der subepithelialen Schicht gelegenen Muskulatur reden muss.

Das Mesoderm enthält die bekannten Colloblasten und Gallertfasern, welche von der Oberfläche gegen den Armkanal hin ziehen. Die braunen Pigmentzellen sind spärlich, dagegen stehen die weißen Pigmente nahe an der Oberfläche der exumbrellaren Seite dicht gedrängt.

Das die Armkanäle auskleidende Epithel besteht aus einer Schicht kleiner geißeltragender Entodermzellen.

Die Anhänge der Arme sitzen bei der Gattung Cassiopea ausschließlich an der Axialseite, sind also bei unserer neuen Art im Leben nach oben gerichtet. Sie sind äußerst mannigfaltig und es lassen sich dieselben in fünf Kategorien unterbringen. Wir finden nämlich nachfolgende Anhangsgebilde:

a) Saugmündchen oder Trichterkrausen;
b) große Tentakeln;
c) kleine Tentakeln (Zotten oder Nesselpeitschen);
d) Kolbenblasen;
e) Nesselkolben.

Diese verschiedenen Elemente weichen nicht nur in Färbung und äußerer Gestalt, sondern auch in ihrer histologischen Beschaffenheit von einander ab.

a) Die Saugmündchen oder Trichterkrausen. Dieselben stehen dicht gedrängt vom Centrum der Mundscheibe an bis zu den

Armspitzen. Diese nur bei Rhizostomen vorhandenen Bildungen, welche eine Art Polystomie, die aber genetisch verschieden von der bei Gastroblasta timida aufgefundenen ist, vorstellen, ersetzen die frühzeitig obliterirende centrale Mundöffnung. Im expandirten Zustande sind sie in der That trichterförmig (Fig. 17), für gewöhnlich sind sie aber krausenartig gefaltet. Bei schwacher Lupenvergrößerung lassen sich aber auch da noch die zahlreichen Mündchen erkennen. Ihr freier Rand ist mit kurzen Tentakelchen dicht besetzt. Sie werden von Haeckel als Digitellen bezeichnet. Die Achse dieser Tentakelchen wird von einem Gallertzapfen gebildet und ist mit einem Ektoderm überzogen, welches äußerst nesselreich ist. Auch die übrige Außenfläche der Trichterkrausen enthält einen großen Reichthum an Nesselkapseln. Die Muskulatur der Mündchen verläuft von der Basis zu den Digitellen. Kreisfasern glaube ich mit Bestimmtheit in Abrede stellen zu dürfen. Die Muskelelemente sind von denjenigen der Armfläche durchaus abweichend. Zwar finden sich auch hier meist glatte Fasern, die drehrund aber weitaus länger sind und unter spitzem Winkel zahlreiche dünnere Seitenfasern abgehen lassen.

Wie an der Subumbrella, so erscheint auch hier die Muskulatur aus dem Oberflächenepithel ausgeschieden und der subepithelialen Ektodermlage zugehörig. Das Mesoderm ist eine dünne Gallertschicht, welche keine Fasern und keine weißen Pigmentzellen enthält. Dafür kommen jene schon in der Exumbrella beschriebenen, hier dicht gedrängten Haufen von braunen Pigmentzellen vor, welche die lebhafte Färbung der Krausen bedingen.

Ein kurzer Kanal verbindet die Saugmündchen mit dem Armkanal.

b) Die großen Tentakel sind in der Regel stark plattgedrückt und an der Spitze lanzettförmig, doch kommen neben diesen auch drehrunde Fangarme, bei manchen Exemplaren sogar ausschließlich vor. Die Mesodermgallerte ist reichlich entwickelt und ziemlich resistent, daher die Tentakel im Leben etwas steif sind. Im Innern enthalten sie einen weiten bis gegen die Spitze reichenden Hohlraum. Bei drehrunden Fangarmen ist derselbe auf dem Querschnitt stets oval. Die Färbung ist lebhaft blau, grünblau oder honiggelb, selten rosa.

In histologischer Hinsicht ist hervorzuheben, dass das Epithel der Oberfläche nesselreich ist, doch ist die Zahl der Nesselkapseln nicht so bedeutend, wie auf den Trichterkrausen.

Die Muskulatur ist reich. Die Fasern laufen der Tentakelachse parallel. An Gewebsstücken, welche man in Chromsäure erhärten lässt, lassen sie sich sehr leicht isoliren. Es sind wiederum lange, verzweigte Fasern der subepithelialen Lage.

Die feineren Zweige lassen abwechselnd dunklere und hellere Glieder erkennen, was ich übrigens auch häufig an den longitudinalen Muskeln der Subumbrella beobachtet habe. Die dicksten Muskelelemente zeigen diese Verhältnisse noch auffallender, nur sind die Glieder kürzer (Fig. 16). Dies führt zu einer deutlichen Querstreifung, und wir haben demnach hier eine Übergangsformation von der glatten zur quergestreiften Muskulatur vor uns.

Das Mesoderm weist in seiner Gallerte zahlreiche Fasern auf, welche senkrecht zur Längsachse stehen. Die braunen Pigmentzellen sind nur spärlich in der Nähe des Ektodermüberzuges vorhanden. Weiße Pigmentzellen fehlen in der Regel. An ihre Stelle treten ähnlich gestaltete, aber etwas kleinere Pigmentzellen, welche am dichtesten in der Umgebung des die Tentakelhöhle auskleidenden Entoderm stehen und nach außen an Zahl abnehmen.

Gegen die Spitze der plattgedrückten Tentakel finden sich fast konstant scharf umschriebene, runde Stellen, welche von Pigment völlig frei sind und sich dem bloßen Auge als wasserhelle Lücken bemerkbar machen.

c) Die kleinen Tentakel oder Nesselpeitschen sind ebenfalls hohle Anhänge, welche sich von den vorigen äußerlich durch ihre geringere Größe und durch ihre konstant weiße Färbung unterscheiden. Ihr Ektodermüberzug zeichnet sich durch einen großen Reichthum an Nesselkapseln aus. Die Muskulatur ist verhältnismäßig schwach entwickelt und enthält subepitheliale, glatte und verzweigte Fasern. Im Mesoderm treten die braunen Pigmentzellen zurück, blaue finden sich gar nicht, dafür eine große Zahl weiße, welche namentlich dicht in der Nähe der Oberfläche stehen.

d) Die Kolbenblasen sind stets milchweiß, wie schon ihr Name besagt, am freien Ende kolbig aufgetrieben und an Länge hinter den Nesselpeitschen zurückstehend.

Sie finden sich von der Armspitze bis zu der Mundscheibe in allen Größen von kurz gestielten, kaum über die Trichterkrausen hinausragenden Bläschen bis zu Gebilden von $1\frac{1}{2}$ cm Länge.

Ihre vom Ektoderm überzogene Oberfläche ist außerordentlich reich an Nesselkapseln, die subepithelialen, verzweigten Muskelfasern ziemlich dicht stehend. Die Mesodermgallerte ist dünn, die braunen Pigmentzellen treten fast ganz zurück, dagegen sind die weißen in großer Zahl vorhanden.

e) Die Nesselkolben sind den Kolbenblasen nahe verwandt und finden sich wie diese auf der axialen Kante der Arme zerstreut, durchschnittlich aber am häufigsten auf der Mundscheibe. Dort habe ich sie bei einigen Exemplaren dicht gedrängt beisammen beobachtet. An Größe stehen sie hinter den Kolbenblasen zurück, werden nur wenige Millimeter lang und sind im Inneren hohl.

Man kann an ihnen Stiel und Kopf unterscheiden. Der Stiel ist stets dünn, bald schlank, bald sehr kurz.

Der Kopf ist zusammengesetzt aus zahlreichen und dicht gedrängten Capitula von rundlicher oder cylindrischer Gestalt. Die Capitula sind ebenfalls hohl. Eine Öffnung an der Spitze des Kopfes oder am Ende der Capitula habe ich auch bei jungen Exemplaren nicht konstatiren können.

Die ovalen Nesselkapseln stehen auf den Capitula dichter als bei allen übrigen Anhangsgebilden. Die Muskulatur verhält sich wie bei den Kolbenblasen. Bei kurz gestielten Nesselkolben sind die weißen Pigmentzellen im Mesoderm zahlreich, bei langgestielten fand ich die braunen Pigmentzellen zu länglichen Haufen vereinigt, welche mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht zur Oberfläche gerichtet sind.

Aus den histologischen Befunden lässt sich unschwer ein Rückschluss auf die physiologische Bedeutung aller dieser Anhänge machen.

Es muss zunächst die starke und vielseitige Entwicklung der Armanhänge bei dieser Meduse auffallen. Alle Anhänge sind nesselreich und dienen demnach in erster Linie als Fangwerkzeuge. Dass sie bei Cassiopea polypoides so zu sagen das Maximum der Entwicklung erlangen, lässt sich wohl aus der festsitzenden Lebensweise erklären. Die Meduse nesselt daher auf das empfindlichste. Ich persönlich habe eine ziemliche Unempfindlichkeit gegenüber den nesselnden Eigenschaften der Medusen beobachtet, kann aber bestätigen, dass mich diese Art oft in sehr unliebsamer Weise an Händen und Füßen nesselte.

Die Anhänge, wenigstens die größeren, dürften aber noch eine weitere Funktion besitzen. Wenn man berücksichtigt, dass alle Anhänge hohl sind, mit dem Armkanal in Verbindung stehen und von Entoderm ausgekleidet werden, so muss die ansehnliche Oberflächenentwicklung der entodermalen Brachialfläche auffallen. Da andererseits die Magenhöhle sehr eng ist, so ist der Schluss naheliegend, dass hier die eigentliche verdauende Kavität in die Armanhänge verlegt wird und der Centralmagen lediglich als Leitungsweg für den Chymus zu den Geschlechtsorganen und Radialgefäßen hin bestimmt ist.

Für diese Annahme scheint mir die Thatsache zu sprechen, dass beim Eröffnen der großen Tentakel häufig eine trübe Flüssigkeit herausfließt, welche verschiedene im Zerfall begriffene Elemente der Nahrung enthält. Wiederholt fand ich darin Reste von Foraminiferen.

Über die Genese der Digitellen, so wie der Tentakel, Nesselpeitschen und Blase habe ich im Anschluss an Claus[1], Hamann[2], Haeckel[3] und v. Lendenfeld[4] nur zu bestätigen, dass ihre ektodermale Natur sich unmittelbar aus den histologischen Befunden ergiebt. Unlängst hat Hamann den Versuch gemacht, den phyletischen Zusammenhang zwischen den verschiedenen Anhangsgebilden der Arme bei verschiedenen Rhizostomiden festzustellen. Er leitet sie sämmtlich von den Saugmündchen ab, sei es, dass diese eine Ringverwachsung eingehen, wie bei den Nesselkolben, sei es, dass diese in longitudinaler Richtung verwachsen, wie bei den verschiedenen Formen der Nesselpeitschen und Tentakel.

Es lässt sich nicht leugnen, dass bei aller äußeren Verschiedenheit der Anhangsgebilde, der histologische Charakter derselben unter sich und mit den Trichterkrausen so sehr übereinstimmt, dass eine gemeinsame Abstammung derselben nahe liegt und ich daher ihre Ableitung aus Trichterkrausen für naturgemäß halte.

Die Generationsorgane.

Wie die Mehrzahl der Scheibenquallen besitzt Cassiopea polypoides vier ansehnlich entwickelte Gonaden, welche in den Radien zweiter Ordnung (Claus) oder in den Interradien (Haeckel) liegen. Sie zeigen centripetales Wachsthum und füllen zur Zeit der Geschlechtsreife die ohnehin schon stark verengte Magenhöhle beinahe vollständig aus.

Da die Mundscheibe stark verdickt ist und in den Magenraum vorspringt, zudem die Mundarme mit ihrem Gewichte den letzteren zu verengern streben, so bleiben eigentlich nur vier radiale Kanäle und am Rande vier radiale Sinusse zur Cirkulation der Nahrungssäfte übrig. Da auch im mittleren Theile des Schirmes die Mesodermgallerte stark verdickt ist, so schimmern die lebhaft braun gefärbten Geschlechtsorgane bei älteren Exemplaren gar nicht, bei ganz jungen dagegen nur undeutlich durch.

Einen vermeintlichen Zugang von außen her bilden die Subgenitalhöhlen. Nach der Angabe von Tilesius beträgt deren Zahl für die Gattung Cassiopea acht, ein Irrthum, an welchem verschiedene Autoren bis in die jüngste Zeit festhielten und welcher erst von Haeckel[5] widerlegt wurde. Ich kann auch für die neue Art nur bestätigen, dass vier interradiale Subgenitalhöhlen mit Ostien von mäßiger Weite (5—8 mm) vorkommen (Fig. 11).

---

[1] Claus, Zoologischer Anzeiger Nr. 76. 1881.

[2] Hamann, Die Mundarme der Rhizostomen und ihre Anhangsorgane. Jenaische Zeitschr. 1881.

[3] Haeckel, Monographie der Medusen. II. Theil. 1881.

[4] v. Lendenfeld, Über Coelenteraten der Südsee. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. 1882.

[5] Ernst Haeckel, Das System der Medusen.

Über die Genese und morphologische Bedeutung derselben äußert sich Haeckel folgendermaßen: »Sie entstehen dadurch, dass der Gallertring der Bruchpforte sich mächtig verdickt und zugleich in der Weise verengt, dass ein enger oft kanalähnlicher Zugang übrig bleibt. Es hängt diese eigenthümliche Bildung auf das engste zusammen mit der außerordentlichen Verdickung der Gallertplatte in der Mundscheibe und den aus ihr entspringenden starken und steifen Mundarmen.«

In diesen Worten liegt eine treffende Schilderung der Verhältnisse, wie ich sie bei der neuen Art verfolgen konnte, wenn ich ganz junge Exemplare mit ausgewachsenen verglich. Bei Cassiopea polypoides ist die anfänglich noch schwach entwickelte Mundscheibe in steter Dickenzunahme begriffen und wird später zu einem mächtig verdickten Wulst, aus dem die Arme entsprossen. Dabei werden vier enge, kanalartige Zugänge zur Bruchpforte frei gelassen. Auch hier kommt es zuweilen vor, dass die Gonaden trotz ihres centripetalen Wachsthums bruchsackartig hervorgestülpt werden. Die Genitalhöhlen sind, wie schon L. Agassiz angiebt, blind und stehen in keiner Verbindung mit der Magenhöhle, es sei denn, dass zufällig eine Ruptur in der Genitalmembran vorkommt.

Die gröberen anatomischen Verhältnisse der Geschlechtsorgane sind bei den Scheibenquallen von L. Agassiz[1], Claus[2] und namentlich von E. Haeckel[3] näher beschrieben worden. Die feinere histologische Struktur wurde in jüngster Zeit durch die Gebrüder Hertwig[4] bei Pelagia, durch v. Lendenfeld[5] bei Cyanea ermittelt.

Die gröberen und feineren Strukturverhältnisse bei Cassiopea polypoides knüpfen einerseits an die bisher bekannt gewordenen Thatsachen an, andererseits bieten sie vielfach Eigenthümlichkeiten dar.

Schon makroskopisch liegen die Verhältnisse anders als z. B. bei Aurelia und Pelagia. Für diese beiden Gattungen wird angegeben, dass ein vortretendes »perradiales Pfeilerkreuz« den Boden der Magenhöhle in vier Quadranten abtheilt und die Genitalmembran zwischen diesen Pfeilern ausgespannt erscheint.

---

[1] L. Agassiz, Contributions to the natural History of the United States. Vol. IV.

[2] C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. Wiener Denkschriften. XXXVIII. Bd. 1878.

[3] E. Haeckel, System der Medusen.

[4] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jenaische Zeitschr. 1879. p. 603 u. ff.

[5] v. Lendenfeld, Über Coelenteraten der Südsee. I. Mitthl. Diese Zeitschrift. XXXVII. Bd. 1882.

Bei Cassiopea polypoides liegen die Dinge genau umgekehrt. Im Boden der Magenhöhle (bei der umgekehrten Lage im Leben eigentlich die Decke) erheben sich kissenartig vier Quadranten, welche durch eine perradiale Kreuzfurche getrennt werden. Am distalen Rande fallen diese Erhebungen ziemlich steil ab, die Ecken erscheinen abgerundet und zwischen denselben liegen vier tiefe, perradiale Gruben mit erweitertem Ende.

Ich nenne diese vier in den Quadranten liegenden Erhebungen Genitalpolster. Ähnlich wie ein Überzug ist über dieselben weg die intensiv braun gefärbte Genitalmembran gespannt, dabei aber in zahlreiche Längsfalten gelegt und diese Falten nehmen an Zahl mit der Geschlechtsreife zu.

Die Genitalbildung stimmt im Wesentlichen mit demjenigen Modus überein, welchen O. und R. Hertwig bei Pelagia noctiluca vorgefunden haben, sie ist eine sog. Faltenbildung oder Plicatio (Haeckel) und gerade die Anatomie der Cassiopea polypoides ist geeignet, auf die Phylogenese dieser Faltenbildung ein helles Licht zu werfen.

Die Geschlechter sind getrennt, und wenn auch aus der gröberen Beschaffenheit der Gonaden der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen leicht konstatirt werden kann, so ist die Faltenbildung bei beiden Geschlechtern dennoch im Princip dieselbe.

Zunächst werden nur im mittleren Theile der Genitalmembran die Keimprodukte erzeugt und zwar auf einem weißen Streifen (Fig. 11 und 12), welcher ungefähr eine Hufeisengestalt besitzt und mit seinen Schenkeln nach der Peripherie, mit seiner Konvexität gegen das Centrum gerichtet ist. Es ist das Genitalband (Gebr. Hertwig). Bläst man mit einem Tubulus von der Subgenitalhöhle aus den Genitalsack auf, so bildet das Genitalband auf dessen gastraler Fläche den höchsten und umfangreichsten Bogen, es muss also in der Ruhelage alle Biegungen und Faltungen der Genitalmembran mitmachen (vgl. Fig. 12). An der Insertionsstelle der Genitallamelle und zwar auf der Innenseite erheben sich in mehreren Reihen die Gastralfilamente und ziehen in hufeisenförmigen Bogen dem Genitalband entlang.

Am distalen Ende ist der freie Rand der Genitallamelle ziemlich scharf gegen die Umgebung abgesetzt und daselbst beobachtet man schon bei schwacher Vergrößerung den spaltenförmigen Eingang in den unter ihr gelegenen Genitalsinus.

Die histologische Struktur der Genitalmembran stimmt im Wesentlichen überein mit den übrigen Theilen der Körperwand, nur ist die Mesodermgallerte außerordentlich verdünnt.

An einem senkrechten Schnitt (Fig. 19) unterscheidet man drei

Lagen. Zu äußerst das Ektoderm, welches aus Cylinderzellen besteht und Nesselkapseln in mäßiger Zahl eingeschlossen enthält. In der Tiefe folgt eine Muskellage von glatten Fasern, welche mit dem Epithel in Zusammenhang stehen.

Diese Muskelelemente bedingen die schwachen Kontraktionen, welche man an lebenden Exemplaren zuweilen beobachtet. Dann folgt eine dünne Mesodermlage, in deren Gallerte zahlreiche blasse Colloblasten, dann aber vereinzelte oder zu Haufen vereinigte braune Pigmentzellen in großer Zahl eingeschlossen sind. Nur in der Gegend des Genitalbandes sind letztere spärlich vorhanden, wesshalb sich dieses auch in seiner Färbung stark von der Umgebung abhebt.

Der Entodermbelag weist zweierlei Zellformen auf, welche in ihrem optischen und chemischen Verhalten durchaus verschieden sind. Zunächst finden wir langgestreckte Geißelzellen, in denen man nur sehr spärlich Nesselkapseln eingeschlossen findet, sodann bedeutend größere kugelige und blasse Elemente, welche keine Geißeln tragen. Besonders schön treten die Unterschiede beider Elemente hervor, wenn man ein frisches Stück der Genitalmembran mit Osmiumsäure behandelt und nachher flächenartig ausbreitet. Die Geißelzellen erscheinen dann als zierliche Mosaik und stark gebräunt, während die geißellosen, kugeligen Zellen die Osmiumsäure gar nicht reduciren und vollkommen blass bleiben. Man hat alsdann den Eindruck, als ob die Membran siebartig durchlöchert sei.

Die geißellosen Entodermzellen sind vermuthlich als Drüsenzellen aufzufassen.

Die Gastralseite der Genitalmembran besitzt aber noch weitere Eigenthümlichkeiten. Auch wenn man die Längsfalten vollständig verstreicht, so ist die Entodermfläche keineswegs eben, sondern erhebt sich in zahlreiche Querleisten oder Querfalten, welche in den Gastralraum vorspringen (Fig. 13 und 19). Unter sich sind diese in ihrem Verlaufe vollständig parallel und folgen in ihrer Richtung der Genitallamelle. Auf der proximalen Seite der Gonade reichen sie bis an die Filamentreihen heran, auf der distalen bis zur Spalte, welche in den Genitalsinus führt, so dass in letzterem der Boden glatt ist. Am höchsten und dichtesten erscheinen sie in der Mitte, also gegen das Genitalband zu, nach außen werden die Leisten niedriger und stehen weiter von einander ab. Wie aus Fig. 19 ersichtlich ist, werden diese Entodermvorsprünge durch eine entsprechende Mesodermleiste gestützt.

Die Genitallamelle, welche natürlich nur vom Mesoderm und Entoderm gebildet wird, weicht von den übrigen Lamellen anfänglich nicht wesentlich in der histologischen Beschaffenheit ab, nur stehen jene blassen Zellen des Entoderm bei Weitem dichter, aber ihr optisches und chemisches Verhalten ist völlig übereinstimmend.

Ich betrachte daher genetisch die Genitallamelle von den übrigen kleineren Lamellen nicht für verschieden, nur ist die Entwicklung der Keimprodukte ausschließlich auf sie beschränkt und daher gelangte sie zu einer ungleich größeren Flächenentwicklung.

Wir haben demnach bei Cassiopea polypoides in der Genitalmembran noch anatomische Verhältnisse erhalten, welche mir ein bedeutsames Licht auf die phylogenetische Entwicklung der verschiedenen Gonaden bei den Discomedusen zu werfen scheinen.

Schon die Gebrüder Hertwig haben, indem sie die Gonaden bei Pelagia noctiluca mit denjenigen von Charybdaea marsupialis verglichen, die Faltenbildung als Ausgangsform bei Discomedusen hinzustellen versucht, während Haeckel ihr nicht diese allgemeine Bedeutung zuerkennen kann. Auf die Befunde bei Cassiopea hin scheinen mir aber dennoch beide Anschauungen recht gut vereinbar.

Ich glaube, dass wir als ältesten phyletischen Zustand bei den Scheibenquallen denjenigen ansehen dürfen, in welchem vier interradial gelegene Gonaden auf der ganzen Oberfläche der Genitalmembran die Keimprodukte zur Entwicklung bringen. Dieser Zustand ist uns allerdings nicht mehr erhalten. Um eine möglichst große Oberfläche zu gewinnen, erhoben sich bei demselben zahlreiche in die Gastralhöhle vorspringende und querverlaufende Falten oder Leisten.

In einem späteren Zustande blieb durch stärkere Entwicklung der mittleren Falten das Keimlager am Rande steril und nur der mittlere Theil der Genitalmembran wurde zur Entwicklung der Keimzellen verwendet.

Es wäre demnach keineswegs unmöglich, dass bei irgend einer Form noch mehrere hufeisenförmig durch die Mitte der Genitalmembran verlaufende Falten als Keimlager vorhanden wären.

Als Endglied in der ganzen Entwicklungsreihe hätten wir alsdann diejenigen Fälle zu deuten, wo nur noch eine mediane Falte das Übergewicht erlangt und ausschließlich als Keimlager verwendet wird. In ihrer weiteren Ausbildung bei gleichzeitiger Rückbildung der übrigen Falten sind nun wieder verschiedene Möglichkeiten gegeben. Entweder findet eine Dickenzunahme derselben statt, und dann vergrößert sie sich zu einem Genitalwulst, wie Haeckel bei Ephyra angiebt, oder es findet eine Flächenvergrößerung in vorwiegendem Maße statt und die Falte erhebt sich zu einer senkrecht gestellten und vielfach gefalteten Krause, wie dies bei Aurelia der Fall ist (Claus), oder endlich die vergrößerte Falte wird zur Genitallamelle, welche sich horizontal nach außen umlegt, wie bei Pelagia noctiluca (Gebrüder **Hertwig**), bei Cyanea Annaskala (v. **Lendenfeld**) und bei unserer Cassiopea polypoides.

Von der oben entwickelten Auffassung ausgehend betrachte ich demnach die zahlreichen Querfalten der Genitalmembran als rudimentäre Genitallamellen.

Über die Gastralfilamente ist nur wenig zu sagen. Sie sind verhältnismäßig klein, ihre Länge schwankt zwischen $^1/_3$ bis $^1/_2$ mm. Ihr centraler Theil wird gebildet von einem Mesodermzapfen, ihre Oberfläche enthält die beiden Zellenelemente, welche schon bei der Beschreibung der Genitalmembran erwähnt wurde. Die Nesselkapseln liegen hier zahlreicher beisammen als an den übrigen Stellen des Entoderm.

Übergehend zu dem feineren Bau der Geschlechtsfalten im Zustande der Geschlechtsreife habe ich hervorzuheben, dass in beiden Geschlechtern schon äußerlich Unterschiede wahrnehmbar sind, aber auch im feineren Baue zeigen sich Verschiedenheiten (Fig. 11 und 12).

Ich schildere zunächst die männliche Geschlechtsfalte. Sie ist in radialer Richtung in zahlreiche Fältchen gelegt und daher eigentlich ähnlich beschaffen, wie die in senkrechten Krausen sich erhebende Genitallamelle bei Aurelia. Die Oberfläche dieser Fältchen ist vollkommen glatt und in der Mitte abwechselnd stark vorgewölbt und vertieft, während der freie Randtheil, welcher keine Keimprodukte enthält, weniger kraus ist.

Anfänglich gewinnt man daher den Eindruck, als bestehen die Hoden aus zahlreichen neben einander liegenden Follikeln (Fig. 12 und 13); diese Auffassung wird noch dadurch verstärkt, dass am Rande der Gonade einzelne dieser vermeintlichen Follikel wurmartig verlängert sind und in den Gastralraum hineinragen (Fig. 13). Betrachtet man die Genitalmembran von der entgegengesetzten Seite, so kehrt dasselbe Bild wieder, demnach folgt sie genau allen krausenartigen Ein- und Ausbiegungen.

Die Entodermzellen auf der dem Sinus zugewandten Seite sind niedriger, als auf der gastralen Seite, doch ist die Differenz nicht sehr bedeutend. Das Mesoderm, welches die Geschlechtsfalte stützt, ist arm an braunen Pigmentzellen und enthält die zahlreichen birnförmigen oder länglichen Samenkapseln. Auf senkrechten Durchschnitten überzeugt man sich, dass diese in die Gallerte eingebetteten Behälter geschlossene Follikel darstellen, deren Wandungen von einer einschichtigen Zellenlage gebildet werden (Fig. 21).

Jüngere Follikel enthalten zahlreiche, blasse Spermatoblasten, welche die größte Übereinstimmung mit jenen früher erwähnten blassen Entodermzellen aufweisen.

In den größeren Follikeln ist ihr Inhalt erfüllt mit Spermatozoen auf verschiedenen Stadien der Entwicklung.

Die reifen Samenzellen zeigen große Beweglichkeit, sind verhältnismäßig groß und besitzen ein glattes, schaufelförmiges Köpfchen (Fig. 22) und eine fünf- bis sechsmal so lange, an der Basis verdickte Geißel. In welcher Weise sie in den Gastralraum gelangen, habe ich nicht ermitteln können.

Über die Herkunft der Keimzellen gehen die Ansichten zur Zeit noch stark aus einander.

Während Haeckel[1] und Gebrüder Hertwig[2] dieselben vom Entoderm ableiten, spricht neuerdings Claus[3] die Vermuthung aus, dasselbe sei bei den Scheibenquallen (mit Ausnahme von Chrysaora) ähnlich wie bei den Hydroidmedusen »auf eine tiefe, erst sekundär in die Gallerte eingerückte Ektodermbildung zurückzuführen«.

Meine Befunde bei Cassiopea lassen mit Bestimmtheit eine Abstammung der männlichen Keimzellen (und auch der Eier) aus dem Entoderm annehmen. Sie stimmen bis auf unwesentliche Einzelheiten mit den Angaben überein, welche O. und R. Hertwig für Pelagia gemacht haben. Ich finde an der Basis der Geschlechtsfalte, nahe an der Insertionsstelle eine scharf ausgesprochene »Keimzone«. Daselbst liegen im Entoderm die blassen Spermatoblasten in mehreren Reihen und sehr dicht, nur mit dem Unterschiede, dass sie nicht nur auf der Unterseite der Geschlechtsfalte, sondern auch sehr zahlreich auf der Oberseite vorhanden sind.

Die Zellen dieser basalen Keimzone stimmen vollständig überein (Fig. 20) mit den in die Mesodermfollikel eingeschlossenen Spermatoblasten. Auch das Follikelepithel stammt, wie man sich an senkrechten Schnitten überzeugen kann, vom Entoderm ab. Anfänglich bildet es eine Entodermwucherung, erhebt sich als Zellhaufen, höhlt sich aus, indem es die Samenmutterzellen aufnimmt und schnürt sich vollständig vom Entoderm ab (Fig. 21).

Die weiblichen Geschlechtsorgane sind in der Hauptsache ganz ähnlich gebaut wie die männlichen. Ich will zunächst hervorheben, dass die Weibchen weitaus zahlreicher vorkommen als die Männchen; auf ungefähr fünf Weibchen kommt ein männliches Individuum.

Die weibliche Genitalfalte inserirt sich ebenfalls nach außen von den Filamentreihen und legt sich platt über die Genitalmembran weg, so dass auch hier wieder ein Genitalsinus entsteht. Mit der Lupe betrachtet bietet sie aber etwas andere Verhältnisse dar, als die männliche Falte. Auch bei ihr begegnet man den radial gerichteten Krausenfalten, sie sind aber weitaus kleiner, dichter und demgemäß zahlreicher als beim Männchen, außerdem sind sie verhältnismäßig hoch.

---

[1] E. Haeckel, System der Medusen.

[2] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jenaische Zeitschr. XIII. Bd.

[3] C. Claus, Grundzüge der Zoologie. IV. Auflage. 1880.

Dadurch erlangt das Genitalband eine völlig blätterige Beschaffenheit; ausgebreitet erscheint dasselbe aus dicht stehenden kleinen Lamellen zusammengesetzt. Auch hier folgt die Genitalmembran, welche den Boden des Sinus bildet, allen diesen Faltungen. Außerdem finden sich der Quere nach verlaufend noch Einschnürungen und Einsattelungen auf der Gastralfläche der Krausen. Daher erhält man schon von bloßem Auge oder bei schwacher Lupenvergrößerung den Eindruck, als sei das weibliche Genitalband auf der Gastralfläche höckerig oder mit Papillen besetzt.

Die Keimzone ist ebenfalls auf den Basaltheil der Falte beschränkt. Die auf der Sinusseite und auf der Gastralfläche vorhandenen jungen Eizellen liegen anfänglich im Entoderm, da sie aber körnchenreicher sind, als die blassen Spermatoblasten, hebt sich die Keimzone weniger deutlich ab, als dies beim Männchen der Fall ist.

Sie wandern in die Mesodermgallerte ein, wo sie rasch sehr körnchenreich werden, so dass der Kern nur mit Hilfe von Aufhellungsmitteln erkennbar wird. Die reifen Eizellen stimmen in ihrer Beschaffenheit vollständig mit dem überein, was Gebrüder Hertwig für Pelagia und v. Lendenfeld für Cyanea beschrieben haben.

Das Ei verweilt bis zur Umwandlung in die Flimmerlarve im Mesoderm. Als Behälter dienen besondere Mesodermfollikel, und wie die bisherigen Autoren angeben, ist deren Wandung nicht von einem entodermalen einschichtigen Epithel, wie bei den Männchen, ausgekleidet, sondern ohne besonderen Zellenbelag.

Dagegen verdichtet sich in der Umgebung des Eies und der späteren Larve die Mesodermgallerte als homogene Kapselmembran und ist durch ein ziemlich starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet. Das Mesoderm verwandelt sich mit zunehmender Geschlechtsreife in ein Fachwerk mit dünnen Scheidewänden.

Innerhalb dieser von einer hyalinen Grenzschicht umschlossenen Höhlungen erfolgt die Eientwicklung bis zur bewimperten Planula.

Über den Austritt der Embryonen konnte ich bei Cassiopea genauere Ermittelungen anstellen. Zunächst trifft man beim Abtragen des Schirmes, wobei die Gonaden in keiner Weise verletzt sind, im Magenraum eine Menge Larven in einer schleimigen Flüssigkeit. Es ist daher, wie schon L. Agassiz gegenüber Ehrenberg behauptete, der Durchbruch der Larven in die Magenhöhle der normale Vorgang, der Austritt in die Subgenitalhöhlen dagegen nur ein zufälliger und durch Artefacte veranlasster.

Bei den meisten Acraspeda scheint der Larvenaustritt in der Weise zu erfolgen, dass der Mesodermfollikel und die Entodermdecke einfach durchgerissen werden. Ein geschlechtsreifes Weibchen von Charybdaea marsupialis, das ich untersuchte, zeigt auf der Oberfläche der Genitalblätter eine Menge vorspringender Entodermpapillen, unter welchen ausgebildete Larven liegen. An senkrechten Schnitten sieht man an vielen Stellen die Papillen an ihrer Spitze durchgerissen und einzelne Mesodermfetzen aus den leeren Follikeln herausragen. An anderen Stellen ist die birnförmige Larve mit dem spitzen Ende schon frei, während das dickere Hinterende noch in der Kapsel steckt.

Abweichend hiervon sind die Befunde bei Cassiopea polypoides. Mit beginnender Geschlechtsreife beginnt ein Vorgang im Entodermüberzug, welcher das spätere Verlassen der Flimmerlarve aus ihrer Kapsel erleichtern soll. Während der Furchung der Eier entsteht über denselben eine Öffnung im Epithel. Die Entodermzellen weichen aus einander und wenn dieselbe abgelaufen ist, erscheint die Fläche der Geschlechtsfalte siebartig durchlöchert. Besonders schön lassen sich diese Lücken nachweisen, wenn man die Gewebestücke einige Zeit in Osmiumsäure verweilen lässt. Die Entodermlücken sind kreisförmig oder oval und besitzen einen Durchmesser von 0,03 mm. In ihrer Umgebung zeigen sich keinerlei Unregelmäßigkeiten, sie werden von einem Kreis gewöhnlicher Entodermzellen scharf begrenzt (Fig. 23).

Ich nenne diese Öffnungen »Ovariostomen« und betrachte das Auftreten derselben als einen Vorgang, welcher im Entoderm ohne Hinzuthun der Larve stattfindet und einen präformirten Weg für den Austritt der Larve herstellen soll.

Der weitere Weg, den die Flimmerlarven nach dem Verlassen des Mesodermlagers zu nehmen haben, ist vorgezeichnet. Sie gelangen zunächst in die Mundarme und treten durch die zahlreichen Saugkrausen ins Freie.

Die Länge der frei gewordenen Larven beträgt durchschnittlich 0,3 bis 0,4 mm. Ihre Gestalt ist gestreckt und am hinteren Ende verdickt. Beim Schwimmen ist stets das spitze und bewegliche Ende voran gerichtet. Die Körperwand ist auf dieser Stufe zweischichtig und umschließt einen sehr engen Hohlraum. Eine nach außen führende Mundöffnung konnte ich nicht wahrnehmen und diese Planogastrula oder Clistogastrula gleicht vollständig der Chrysaoralarve, welche Claus in seiner mehrfach erwähnten Studie über Polypen und Quallen der Adria auf Taf. I, Fig. 5 abgebildet hat. Dagegen besitzt die Cassiopealarve im hinteren verdickten Körperabschnitt eine dunkle, ringförmige Zone, welche von einer Verdickung des Larvenektoderm gebildet wird.

Das weitere Schicksal der Larve konnte ich nicht verfolgen. Bei der großen Zahl geschlechtsreifer Thiere, welche ich stets zur Untersuchung erlangen konnte, hatte ich erwartet, an den Steinen oder auf den im seichten Wasser lebenden Korallen und Schwämmen sitzend eine zugehörige Scyphostomaform anzutreffen.

Diese Voraussetzung hat sich nicht erfüllt und es läge demnach die Vermuthung nahe, dass die Larve sich mit Überspringung des sessilen Jugendzustandes sich direkt in eine Meduse verwandelte um sich nach kurzem pelagischen Freileben wieder auf den Riffen festzusetzen.

Freilich ergaben auch die Nachforschungen nach ganz jungen Medusen mit Hilfe der pelagischen Fischerei hierfür gar keine Anhaltspunkte.

Die jüngsten festsitzenden Medusen, welche ich beobachten konnte und welche noch keine reifen Keimprodukte enthielten, besaßen einen Scheibendurchmesser von 30—35 mm. Diese waren aber in allen wesentlichen Punkten von den völlig entwickelten Exemplaren nicht verschieden.

C. Bemerkungen über den genetischen Zusammenhang der Acraspeda mit den Korallen.

Wenn ich am Schlusse dieser Arbeit noch auf verwandtschaftliche Beziehungen zwischen höheren Medusen (Acraspeda) und den Korallenthieren (Anthozoa) zurückkomme, so mag dies naturgemäß erscheinen bei Untersuchung einer Medusenform, welche, wie Cassiopea polypoides, so auffallende Analogien mit größeren solitär lebenden Anthozoen (Actinien) aufweist. Es drängt sich beim Anblick dieser festsitzenden Meduse ja unwillkürlich die Frage auf, ob die große Ähnlichkeit in der äußeren Erscheinung auf bloßer Analogie und nicht auf tieferen Homologien beruhe.

Die Frage nach den genetischen Beziehungen der einzelnen Medusenabtheilungen unter einander und ihre Affinitäten zu den übrigen Coelenteraten wurde in den letzten Jahren von verschiedenen Forschern berührt und am eingehendsten von E. Haeckel theils in verschiedenen Mittheilungen in der »Jenaischen Zeitschrift«, theils in seinem großen Medusenwerk erörtert.

Die neuesten Untersuchungen über die Medusengruppe haben zu einem Resultate geführt, welches unerwartet und überraschend sein musste.

Wenn bei irgend einer thierischen Abtheilung, so schien gerade bei der Medusenklasse der Charakter ein sehr einheitlicher und eine Auflösung in verschiedene, von einander gänzlich unabhängige Zweige hätte noch vor wenigen Jahren bei den Zoologen einen lebhaften Widerspruch erfahren.

Doch hatte schon im Jahre 1866 Haeckel in seiner generellen Morphologie gegen den einheitlichen Charakter des Medusenstammes Zweifel erhoben und die phyletischen Verhältnisse der Medusen als äußerst verwickelt bezeichnet.

Heute darf man es als so gut wie ausgemacht bezeichnen, dass die herkömmliche Klasse der Medusen in zwei Bestandtheile zerfällt, welche trotz zahlreicher und bis ins Einzelne gehender Analogien in einem großen Gegensatz zu einander stehen. Wichtige Organsysteme, wie das Nervensystem, die Sinnesorgane, Geschlechtsorgane, Bewegungsorgane und Magenraum weisen fundamentale Verschiedenheiten auf, zwischen welchen vermittelnde Übergänge nicht festgestellt werden konnten. Auch die Entwicklungsgeschichte, so weit ihre Thatsachen sich übersehen lassen, konstatiren eine weite Kluft. Diese beiden Bestandtheile sind die Craspedota und die Acraspeda.

Die Craspedoten ihrerseits entbehren wiederum einer einheitlichen Abstammung und zerfallen in mehrere unabhängig entstandene Zweige, wenn wir aus den ontogenetischen Thatsachen einen Rückschluss auf ihren phylogenetischen Zusammenhang machen dürfen.

Ein Theil derselben entwickelt sich ontogenetisch auf dem Wege eines Generationswechsels, wobei als Amme eine Hydroidform fungirt. Die Anthomedusen stammen von Tubulariapolypen, die Leptomedusen dagegen lassen sich auf Campanulariapolypen zurückführen. Bei den höheren Craspedoten, den Trachomedusen und Narcomedusen fällt ein Generationswechsel aus und lassen sich daher keine genauere Anknüpfungspunkte an gewisse Hydroidformen gewinnen.

Die Acraspeda bieten ein einheitlicheres Bild dar. Aus dem Umstande, dass sich ihre verschiedenen Formen, welche einen Generationswechsel erhalten zeigen, aus einer polypenähnlichen Form, einer Scyphostoma entwickeln, hat Haeckel ihren gemeinsamen Ursprung aus Scyphopolypen hergeleitet und in der That sind ja die merkwürdigen Tesseridae nur wenig modificirte, schwimmende Scyphopolypen.

Aber mehr als dieser einheitliche Charakter aller Acraspeda hat wohl das Ergebnis überrascht, dass zwischen ihnen und den Korallen ein naher verwandtschaftlicher Zusammenhang besteht.

Schon im Jahre 1878 hat Claus in seinen »Studien über Polypen und Quallen der Adria« auf diese Beziehungen mit folgenden Worten hingewiesen:

»Zwischen Hydroiden und Craspedoten auf der einen und Anthozoen und Acalephen (Acraspeda) auf der anderen Seite ist jedenfalls, wie dies auch schon von Fritz Müller bemerkt wurde, das Auftreten von Mesenterialfäden oder Magenfilamenten von hervorragender Bedeutung und stehen durch den Besitz derselben die Acalephen auf Seite der Anthozoen.«

Die Frage ist sodann von O. und R. Hertwig aufgenommen und weiter gefördert worden[1]. Diese Forscher konstatiren nicht allein die funktionelle Übereinstimmung zwischen den Mesenterialfilamenten der Anthozoen und den Gastralfilamenten der höheren Medusen, sondern auch einen engeren morphologischen Zusammenhang. Sie fassen dieselben als homologe Bildungen auf.

Im Ferneren weisen sie bei beiden Gruppen eine gemeinsame Abstammung der Geschlechtszellen nach. Während diese bei den Craspedota ihren Ursprung aus dem Ektoderm nehmen, müssen sie bei Anthozoen und acraspeden Medusen vom Entoderm abgeleitet werden. Die genannten Untersucher fassen letztere Coelenteraten daher als Entocarpen zusammen und stellen sie den Ektocarpen, d. h. den Craspedoten, Siphonophoren und Ctenophoren gegenüber. Was von den Coelenteraten dann noch übrig bleibt, d. h. die Spongien, müsste demnach eine dritte Abtheilung, die Mesocarpen, bilden und es wäre nicht undenkbar, dass diese Gliederung der Pflanzenthiere zukünftig sich einer allgemeineren Aufnahme erfreute.

Eine nahe verwandtschaftliche Beziehung der höheren Medusen zu den Anthozoen gewinnt demnach bei näherer Prüfung der morphologischen Thatsachen sehr an Wahrscheinlichkeit und es kann daher nicht unerwünscht sein, sich nach weiteren Stützen für diese Annahme umzusehen.

Bei dem großen Reichthum des rothen Meeres an Anthozoen hoffte ich unter den Korallen neue Anhaltspunkte zu finden und glaube solche in den nachfolgenden Thatsachen gewonnen zu haben.

Das erythräische Gebiet enthält mehrere sehr einfach organisirte Arten, auf welche ich zunächst recurrirte.

Leider traf ich die von Haeckel bei El Tor beobachtete Monoxenia Darwinii im südlichen Theile des rothen Meeres nicht an. Ihr steht indessen die Gattung Xenia sehr nahe und diese lebt auf den Korallenbänken und am Korallenabhang in unglaublicher Menge und bildet ausgedehnte Rasen.

---

[1] O. und R. Hertwig, Die Actinien. Jenaische Zeitschr. 1879.

Ich fand nur die braune Art, welche Ehrenberg als Xenia fuscescens bezeichnet hat.

An dieser beobachtete ich Folgendes:

1) Der Rand der Mundscheibe und die gefiederten Tentakel führen rhythmische Bewegungen aus und klappen regelmäßig zusammen, um sich unmittelbar darauf wieder auszubreiten. Diese Kontraktionen erinnern augenfällig an die Schirmkontraktionen der Medusen.

2) Der Rhythmus der Kontraktion stimmt annähernd in der Zahl mit den Schirmkontraktionen der Medusen überein. Bei der Aurelia des rothen Meeres zählte ich 40 Schirmkontraktionen per Minute, bei Xenia fuscescens 30 Tentakelkontraktionen pro Minute.

3) Die Kontraktionen der Tentakel und des Peristomrandes sind bei den einzelnen Individuen eines Xenienstockes nicht synchronisch, sondern gänzlich unabhängig in ihrem zeitlichen Verlauf.

4) Die Kontraktionen nehmen auch dann noch ihren ungestörten Fortgang, wenn man das Mauerblatt bis an die Tentakelbasis heran mit der Schere abträgt.

5) Beim Durchschneiden der einzelnen Polypen durch eine Längsebene ziehen sich die beiden Hälften unabhängig weiter zusammen.

An der Hand dieser physiologischen Experimente, bei denen die stärkere oder geringere Beleuchtung gar keinen Einfluss ausübt, glaube ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass auf dem Peristom, wahrscheinlich am Rande und in der Nähe der Tentakelbasis motorische Nervencentra vorhanden sind, welche die genannten Kontraktionen auslösen. Die Erregung dieser Nervencentra ist vermuthlich eine automatische, da mechanische Reize weder eine fühlbare Beschleunigung noch eine Verlangsamung im Rhythmus herbeiführten, eben so wenig Lichtreize von verschiedener Stärke.

Ein Connex der Nervencentren verschiedener Individuen besteht nicht, da die Kontraktionen nicht synchronisch erfolgen.

Dass nun gerade auf der Mundscheibe der Anthozoen Centralorgane des Nervensystems vorhanden sind, geht aus den Untersuchungen von O. und R. Hertwig hervor. Dieselben berichten in ihrer Actinienarbeit:

»Am besten entwickelt ist das Nervensystem im Bereiche der Mundscheibe, wo es am ehesten noch als eine Art von Centralorgan bezeichnet werden kann. Es stellt eine ansehnliche, zwischen dem ektodermalen Epithel und der Muskulatur gelegene Schicht dar, in welcher sich dünnere und stärkere Fibrillen nach allen Richtungen durchkreuzen und ein unentwirrbares dichtes Flechtwerk bilden. In diesem trifft man kleinere und größere Ganglienzellen in großer Zahl an. Dieselben sind am reichsten zwischen den Tentakeln angehäuft und ferner in Streifen, die von den Basen der Tentakel in radialer Richtung nach dem Munde hinlaufen.«

Gerade in letzteren Streifen möchte ich die Centralgebilde erblicken, welche die Tentakel innerviren und die rhythmischen Bewegungen auslösen.

Es scheint demnach, dass auch bei Anthozoen eine Anzahl diskreter Nervencentra ausgebildet sind, wie bei den Acraspeda an den Randkörpern und da letztere als modificirte Tentakel aufgefasst werden, so würden auch Homologien bestehen zwischen den von den Basen auslaufenden Gangliengruppen der Anthozoen und den Nervencentren an der Basis der Sinneskolben oder Randkörper bei den höheren Medusen.

Demnach hätten wir nicht nur Beziehungen zwischen Acraspeda und Anthozoa mit Bezug auf das gemeinsame Vorkommen von Mesenterialfilamenten und die gemeinsame Abstammung der Sexualelemente aus dem Entoderm, sondern es sind auch noch gemeinsame Züge im Nervensystem vorhanden. Es lässt sich dies erwarten, da letzteres nicht nur zu den genetisch ältesten, sondern auch zu den konstantesten Organsystemen gehört.

Mehren sich daher die Thatsachen, welche für eine Verwandtschaft zwischen den höheren Medusen (Acraspeda) und den Korallenthieren sprechen, so wird man sich die Frage vorlegen, in welcher Weise man sich die Abstammung beider Thiergruppen denkt. Einmal wäre die Möglichkeit vorhanden, dass Medusen unter Aufgeben ihrer schwimmenden Lebensweise sich mit der Exumbrella festsetzten, um durch weitere Umbildung und Rückbildung sich in Anthozoen umzuwandeln.

Thatsache ist, dass ganz verschiedene Medusen unter den Acraspeda zu einer festsitzenden Lebensweise zurückkehren. In dieser Hinsicht steht unsere Cassiopea polypoides keineswegs isolirt da.

Von Discomedusen berichtet Agassiz, dass Polyclonia frondosa herdenweise auf den Korallenriffen lebe.

Während der Challengerfahrt wurden an den Küsten der Philippinen Scharen festsitzender Medusen beobachtet und Moseley[1] theilt darüber in seinem Reisewerke Folgendes mit: »In the shallow water were a large number of Medusae all lying on the tops of theire umbrellas, with their tentacles directed upwards in full glare of the sun. They looked thus posed like a lot of See-Anemones and I took for such at first.«

---

[1] Moseley, Notes by a naturalist on the »Challenger«. London 1879.

Nathorst[1] beschreibt Abdrücke fossiler Medusen (Medusites Lindströmi, M. favosus, M. radiatus) aus cambrischen Ablagerungen und ist zur Annahme geneigt, dass dieselben ebenfalls sessile Lebensweise besaßen. (Für Medusites favosus, welche Nathorst auf seiner Taf. 5 abbildet, erscheint mir jedoch der Medusencharakter sehr fraglich!)

Bei den niederen Acraspeda entwickeln die Lucernarien und Depastrella einen Stiel, welcher zum Anheften an verschiedene Gegenstände dient.

Bei den Schwierigkeiten, ein natürliches System der Anthozoa aufzustellen, liegt der Gedanke nicht allzufern, dieselben möchten ähnlich wie die Craspedota eine polyphyletische Abstammung besitzen. Ein besonderes Interesse müsste in diesem Falle die von Semper[2] gemachte Beobachtung gewinnen, dass bei Fungia ein an die Discomedusen erinnernder Generationswechsel sich erhalten hat.

Andererseits kann man, wie dies E. Haeckel thut, eine Divergenz der höheren Medusen und Korallen schon sehr frühzeitig vor sich gehen lassen, beide Gruppen auf Scyphopolypen zurückführen und diese als gemeinsame Ausgangsform annehmen.

Da wir über den feineren Bau und besonders über die Entwicklungsgeschichte der einzelnen Korallengruppen noch unzureichende Kenntnisse besitzen, so scheint mir eine Entscheidung, welche Annahme mehr für sich hat, gegenwärtig noch nicht spruchreif.

Zürich, im Mai 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXV—XXXVII.

Fig. 1. Gastroblasta timida. Ein einmündiges Exemplar in geschlechtsreifem Zustande mit fünf Radialkanälen und fünf Centripetalkanälen. Nach dem Leben gezeichnet. Natürliche Größe 3 mm im Durchmesser.

Fig. 2. Ein viermündiges Exemplar von Gastroblasta timida mit zahlreichen Radialkanälen und Centripetalkanälen. Nach dem Leben gezeichnet. Natürliche Größe 4 mm im Durchmesser.

---

[1] A. G. Nathorst, Om Aftrik af Medusor i sveriges Kambriska lager. Stockholm 1881. Kongl. svenska vetenskaps-akademiens Handlingar. Bandet 19.

[2] C. Semper, Über den Generationswechsel der Steinkorallen. Diese Zeitschr. Bd. XXII. 1872.

Fig. 3. Ein Stück des Schirmrandes von Gastroblasta timida bei schwacher Vergrößerung. *a*, Randtentakel mit kolbenförmig verdickter Basis; *b*, Ringkanal mit Nesselwulst; *c*, Velum; *d*, Randkörperchen oder Hörbläschen.

Fig. 4. Ein Hörbläschen von Gastroblasta mit entodermaler Hörzelle und einfachem Otolithen.

Fig. 5. Larve von Gastroblasta timida bei 40facher Vergrößerung. Centripetalkanäle, Gonaden und Sinnesorgane fehlen noch.

Fig. 6. Ein ausgewachsenes Exemplar von Cassiopea polypoides. $^2/_3$ natürlicher Größe von der exumbrellaren Seite gesehen. Im Februar 1882 in Sawakin nach dem Leben gemalt.

Fig. 7. Ein senkrechter, radialer Schnitt durch die Exumbrella von Cassiopea polypoides aus der Sauggrube. *e*, Cylinderzellen des Ektoderm mit vereinzelten Nesselkapseln; *s*, abgesonderte Schleimlage; *m*, Muskelfasern; *ms*, Mesoderm mit Colloblasten, weißen Pigmentzellen, Haufen von braunen Pigmentzellen und Fasern, welche in der Tiefe senkrecht, an der Oberfläche horizontal verlaufen. Vergr. 66.

Fig. 8. Sinnesbucht mit Sinneskolben von Cassiopea polypoides. *rg*, radiales Hauptgefäß mit zwei die Sinneslappen versorgenden bogenförmigen Gefäßen; *d*, Deckschuppe der Sinnesnische mit hufeisenförmigem Riechorgan. Vergrößerung 25.

Fig. 9. Sinneskolben von der exumbrellaren Seite betrachtet. *h*, Hörorgan mit zahlreichen Otolithen; *o*, Ocellus; *t*, Tasthügel mit zahlreichen schlanken Sinneszellen. Vergrößerung 100.

Fig. 10. Einzelne Otolithen aus dem Hörkolben von Cassiopea polypoides. Vergrößerung 500.

Fig. 11. Magen einer weiblichen Cassiopea polypoides nach Abtragung des Schirmes und Entfernung der Arme. Bei *a* die Ursprünge der acht Arme. Im Inneren sind die vier Gonaden, die Genitalpolster und die perradiale Kreuzfurche sichtbar. Nach außen von den Gonaden liegen die vier engen Eingänge in die Subgenitalhöhlen. $^2/_3$ natürlicher Cröße. Im Februar 1882 nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 12. Eine männliche Gonade von Cassiopea polypoides. $^2/_3$ natürlicher Größe.

Fig. 13. Ein Stück der männlichen Geschlechtsdrüse bei schwacher, ungefähr 10facher Vergrößerung. Bei *gm* die gefaltete Gastrogenitalmembran, bei *gf* die Reihen der Gastralfilamente. *gl*, die Genitalfalte mit zahlreichen Samenkapseln (letztere in der Figur etwas zu groß gezeichnet).

Fig. 14. Senkrechter Radialschnitt durch die Randpartie des Schirmes. *ece*, Ektoderm der Exumbrella; *ecs*, Ektoderm der Subumbrella; *ms*, Mesoderm; *el*, Entodermlamelle; *ml*, Muskelleiste der Ringmuskelzone der Subumbrella; *g*, Gefäß des Schirmrandes; *mc*, Mesodermkaverne. Vergrößerung 75.

Fig. 15. Muskelfasern (Epithelmuskeln) aus der Muskulatur der Armfläche. Vergrößerung 1000.

Fig. 16. Muskelfaser aus der subepithelialen Muskulatur der großen Armtentakel. Vergrößerung 1000.

Fig. 17. Trichterkrausen von der Axialseite der Arme in geöffnetem Zustande. Vergrößerung 75.

Fig. 18. Senkrechter Schnitt durch die männliche Geschlechtsdrüse von Cassiopea polypoides. *gm*, Gastrogenitalmembran mit zahlreichen rudimentären Genitalfalten; *gf*, Gastralfilamente; *gl*, Genitallamelle mit zahlreichen Samenkapseln; *gs*, Genitalsinus. Vergrößerung 35.

Fig. 19. Senkrechter Schnitt durch die Gastrogenitalmembran. *ec*, Ektoderm; *en*, Entoderm; *ms*, Mesoderm. Vergrößerung 250.

Fig. 20. Ein Stück des Entodermbelages aus der »Keimzone« der männlichen Gonade. Bei *s* die Spermatoblasten. Vergrößerung 250.

Fig. 21. Senkrechter Schnitt durch die Genitallamelle eines geschlechtsreifen Männchen von C. polypoides. Die birnförmigen Samenkapseln sind mit einem vom Entoderm stammenden Follikelepithel ausgekleidet und enthalten zahlreiche Spermatoblasten im Innern. Vergrößerung 250.

Fig. 22. Spermatozoen von Cassiopea polypoides. Vergrößerung circa 800.

Fig. 23. Ein Stück des gastralen Entodermüberzuges aus dem Ovarium einer Cassiopea mit den zum Austritt der Larven bestimmten Ovariostomen. Vergrößerung 300.

Nachtrag.

Während des Druckes dieser Arbeit kam mir nachträglich noch die von Hamann im vorigen Jahre veröffentlichte Studie über »Organisation der Hydroidpolypen« zu Gesicht. Er giebt darin die Deutung der gelben Zellen der Rhizostomen als Drüsenzellen auf und ist demnach ein Passus auf p. 639 zu berichtigen. Wenn Hamann dagegen nunmehr mit Geddes ihre Identität mit den »gelben Zellen« der Radiolarien annimmt, so kann ich auch dieser Anschauung nicht beipflichten, sondern betrachte sie als echte Mesodermzellen.

Die Art der Fortpflanzung des Proteus anguineus.

Von

Marie von Chauvin.

Mit Tafel XXXVIII.

Im Juni 1882 habe ich eine vorläufige Mittheilung betreffend »die Fortpflanzung des Proteus anguineus« mit dem Bemerken in den zoologischen Anzeiger einrücken lassen, dass ich den Gegenstand noch ausführlicher zu behandeln beabsichtige.

Es war damals meine Absicht dies erst nach vollständiger Beendigung der Versuche zu thun, nun sehe ich mich aber veranlasst schon jetzt die bisher gemachten Beobachtungen zu veröffentlichen, weil ich einestheils nicht übersehen kann, wie lange sich der Abschluss der Arbeit noch verzögern dürfte, anderentheils ich wünschen muss, dass die von mir erzielten Resultate dem einen oder anderen Fachgenossen zu ähnlichen Versuchen Veranlassung geben möchten.

Die Fortpflanzungs- und Entwicklungsgeschichte des Proteus, welche bisher ein ungelöstes Räthsel für uns geblieben, hatte mich seit längerer Zeit lebhaft interessirt und ich fasste schon im Jahre 1877 den Entschluss, zu versuchen, ob es mir gelingen könne diesen merkwürdigen Kiemenlurch in der Gefangenschaft zur Fortpflanzung zu bringen.

Anfänglich glaubte ich die Aufgabe am sichersten lösen zu können, wenn ich versuchte männliche und weibliche Olme im brünstigen Zustande einfangen zu lassen und dieselben dann zusammen in passenden Behältern so lange sorgfältig zu pflegen, bis eine Vermehrung eingetreten wäre.

Die öfter beobachtete Thatsache, dass die uns bekannten einheimischen Amphibien sich dann am leichtesten in der Gefangenschaft vermehren, wenn sie im paarungslustigen Zustande eingefangen werden, und dass die Fruchtbarkeit in der Regel bei den der Freiheit beraubten

Thieren sich von Jahr zu Jahr verringert, hatte mich auf obigen Gedanken gebracht.

Ich musste aber sehr bald davon Abstand nehmen, weil auf die an verschiedene Proteen-Händler gerichtete Frage nach solchen Exemplaren die Antwort erfolgte, dass sie weder trächtige Weibchen noch brünstige Männchen gefunden hätten, ja sogar nicht einmal im Stande wären das Geschlecht bei den Olmen zu unterscheiden.

Ich ließ mir nun eine größere Zahl ausgewachsener Proteen aus Adelsberg kommen und hoffte, durch aufmerksames Studium ihrer Eigenthümlichkeiten dahin zu gelangen, die für sie erforderlichen Lebensbedingungen zu ergründen und dem möglichst entsprechende Einrichtungen treffen zu können.

Nach vielfältigen Versuchen hinsichtlich ihrer Pflege gelang es auch ein Verfahren zu finden, das geeignet schien die Thiere in besonders gutem Gesundheitszustande zu erhalten. Weiter unten werde ich ausführlichere Mittheilungen darüber machen.

Die Aussagen der Proteen-Händler, dass ein äußerlicher Geschlechtsunterschied bei diesen Thieren nicht aufzufinden sei, fand ich nach Empfang und Prüfung der Sendung vollkommen bestätigt, da unter den vielen geschlechtsreifen Proteen keiner eine äußerlich wahrnehmbare Abweichung im Körperbau oder in der Hautfarbe darbot. Erst nach Ablauf eines Jahres trat im Mai 1878 eine Veränderung bei einem Individuum (257,5 mm lang) ein: es wurde in seinem Benehmen auffallend lebendig, fraß ungewöhnlich viel und zeigte, als dies einige Wochen angedauert hatte, Erscheinungen, die auf einen brünstigen Zustand schließen ließen. Die Hautfarbe, welche sich durch Einwirkung des Lichtes allmählich in ein helles Grau verwandelt hatte, nahm jetzt eine intensivere Färbung an, und auf dem Schwanze kamen zwei Reihen heller, etwa 1—2 mm große runde Flecken zum Vorschein.

Vereinzelte helle Punkte waren mir zwar früher aufgefallen, aber ohne dass ich eine regelmäßige Anordnung zu erkennen vermocht hätte, und erst nach dem eingetretenen Farbenwechsel hoben sich dieselben deutlich ab. Außerdem verbreiterte sich die den Schwanz umgebende Fettflosse durch einen neugebildeten schmalen und durchscheinenden Hautsaum, welcher sich an der Spitze des Schwanzes stark kräuselte[1].

Die wesentlichste Veränderung zeigte sich an der Kloake. Die Kloakengegend schwoll so bedeutend an, dass man nicht länger im Zweifel über das Geschlecht dieses Individuums bleiben konnte; man hatte offenbar ein im brünstigen Zustande befindliches Männchen vor sich.

---

[1] In geringem Maße findet dies übrigens bei gut genährten Thieren auch außer der Brunstzeit statt.

Das Hochzeitskleid erhielt sich mehrere Wochen hindurch ziemlich konstant[1] und verschwand dann wieder ganz allmählich, bis auf eine unbedeutende Verdickung der Kloakenlippen.

Im darauf folgenden Frühjahr 1879 erwachte bei einem zweiten Individuum (230 mm lang) der Fortpflanzungstrieb. Die ersten Anzeichen bestanden auch hier in größerer Lebhaftigkeit im Gebahren und in gesteigerter Gefräßigkeit. Fast gleichzeitig machte sich eine ungewöhnliche Dickleibigkeit bemerkbar, und da dieselbe sich hauptsächlich auf den hinteren Theil des Leibes erstreckte, so vermuthete ich, dass es ein weiblicher Proteus sei, bei welchem Eier zur Entwicklung gelangten[2].

Die Hautfarbe, welche bei diesem Thiere fast unverändert den hellen Fleischton beibehalten hatte, nahm eine etwas röthlichere Färbung an, wie es schien, in Folge von erhöhtem Blutzufluss. Der Schwanz verbreiterte sich ebenfalls durch einen feinen sehr schmalen Flossensaum, obschon nicht in dem Maße, wie es beim männlichen Proteus der Fall gewesen war.

Die Kräuselung an der oberen Seite der Schwanzflosse und an der Schwanzspitze war aber dessenungeachtet eben so hervortretend wie beim Männchen. Im weiteren Verlaufe der Brünstigkeit trat eine, wenn auch nur unbedeutende Anschwellung der Kloake für kurze Zeit ein.

Die beiden Proteen wurden, da man mit ziemlicher Sicherheit ein Pärchen in ihnen vermuthen konnte, von jetzt ab bei einander und von den übrigen Olmen getrennt gehalten und ganz besonders aufmerksam verpflegt.

Leider hatte sich bei dem Männchen im Frühjahr 1879 die Brünstigkeit nicht wieder eingestellt, und fehlte somit dem Weibchen die nöthige Anregung zur Ablegung der Eier. Bis zum Mai 1881 wiederholte sich auch bei keinem der beiden Proteen der Fortpflanzungstrieb. Nichtsdestoweniger hatten sich bei demselben, seit dem ersten Auftreten der

---

[1] Auffällig ist das ungemein rasche Auftreten und Verschwinden der äußeren Geschlechtsmerkmale bei den Proteen. Behufs Reparatur des Aquariums waren z. B. vier brünstige Olme, und zwar zwei Pärchen, aus demselben genommen und zwei Stunden lang in einem anderen Behälter gehalten worden, und diese kurze Zeit genügte, um bei allen ein derartiges Zusammenfallen der Anschwellungen zu bewirken, dass die Thiere nicht mehr brünstig zu sein schienen, und erst nach Verlauf von circa 12 Stunden stellten sich die charakteristischen Merkmale wieder ein.

[2] Bemerkenswerth ist hierbei, dass die Zunahme des Körperumfanges bei den Proteen nicht wie bei anderen Lurchen hauptsächlich in der Breite erfolgt, sondern dass die Höhe des Leibes am meisten dadurch vermehrt wird.

Paarungslust, die äußeren Kennzeichen ihres Geschlechtes so weit erhalten, dass man sie mit Leichtigkeit von den übrigen Olmen zu unterscheiden im Stande war. Erst nach Verlauf dieser Zeit wurde bei dem Weibchen ein abermaliges Anlegen des Hochzeitskleides sichtbar. Der Eintritt des brünstigen Zustandes vollzog sich wieder wie das erste Mal. Auffälliger Hunger, größere Lebendigkeit und das Erscheinen lebhafterer Färbung und des schmalen Hautsaumes am Schwanze waren die ersten Kennzeichen. Darauf folgte bald eine sehr erhebliche Zunahme des Körperumfanges, die viel bedeutender als früher war. Bei genauer Untersuchung zeigte sich, dass die Ovarien ganz mit Eiern angefüllt waren, was leicht und sicher, ohne das Thier im geringsten zu beunruhigen, geschehen konnte, weil durch die Ausdehnung der Bauchwand diese so durchscheinend geworden war, dass man die hell gefärbten Dotter deutlich sehen konnte. Ich hoffte schon mit Zuversicht, dass es diesmal gelingen würde die Proteen zur Fortpflanzung zu bringen, sah mich aber in Folge dessen, dass das Männchen wieder nicht brünstig war, in meinen Erwartungen abermals getäuscht. Auf das Wohlbefinden des Weibchens wirkte es höchst nachtheilig ein, dass es nicht zum Laichen kam, und ich befürchtete längere Zeit es zu verlieren. Durch aufmerksamste Behandlung suchte ich die üblen Folgen möglichst abzuschwächen, und es gelang. Nach mehreren Monaten wurde es munterer und nahm wieder regelmäßig Nahrung an.

Am 15. Februar 1882 bemerkte ich an dem Männchen einige Zeichen von Paarungslust; ich brachte dasselbe mit seinem Weibchen unverzüglich in ein großes Aquarium[1], das ich zum Laichen für besonders geeignet hielt. Die beiden Olme fühlten sich in ihrem neuen Behälter sehr bald heimisch und erwählten sogleich eine aus Tropfsteinen gebaute Grotte zu ihrem beständigen Aufenthalt, den sie nur am Abend oder in der Nacht verließen, um Nahrung zu suchen. Bei dem Männchen steigerte sich die Brünstigkeit nach wenigen Tagen sehr bedeutend und erreichte bis Ende des Monats einen weit höheren Grad als es im Frühjahr 1878 der Fall gewesen war. Die Färbung der Haut und die Verbreiterung des Ruderschwanzes war dieselbe, aber die Verdickung der Kloakengegend diesmal eine noch ausgesprochenere. Die Paarungslust des Männchens erweckte beim Weibchen in kurzer Zeit den gleichen Trieb: es legte ebenfalls das Hochzeitskleid an, und bald trat eine fortschreitende Entwicklung der Eier in den Eierstöcken ein.

---

[1] Das Aquarium war zu diesem Zwecke folgendermaßen eingerichtet worden: auf dem mit Flusssand bedeckten Boden hatte ich eine Grotte aus Tropfsteinen derart aufgebaut, dass verschiedene Gänge, so wie größere und kleinere Höhlen entstanden, die den Olmen als Schlupfwinkel dienen konnten. Dann waren mehrere Arten von Wasserpflanzen für den Fall hineingebracht worden, dass das Weibchen es vorziehen sollte seine Eier an diesen, statt an den Steinen der Grotte abzulagern. Der Inhalt des Aquariums betrug circa $^1/_7$ cbm. Die Erneuerung des Wassers geschah jetzt nicht mehr wie früher durch Ausfüllen, sondern, um jede Störung möglichst zu vermeiden, durch Ab- und Zufließenlassen durch ein Wasserrohr von 18 mm innern Durchmessers, je eine Stunde täglich.

Die Eier waren jetzt noch deutlicher wie früher wahrzunehmen und nahmen an Zahl und Größe augenscheinlich zu. Die Thiere hielten sich in der Regel gemeinschaftlich in einer kleinen Höhlung [1] ihrer Grotte auf und schienen ein gewisses Interesse für einander gewonnen zu haben, von welchem ich früher nie etwas bemerkt hatte.

Am Abend des 1. März zeigte das Weibchen ein ganz ungewöhnliches Benehmen, es war offenbar sehr erregt, lief unruhig herum und und suchte das Männchen. Sobald es dasselbe gefunden hatte rieb es seine Schnauze an dessen Körper und bewegte den Schwanz lebhaft dabei hin und her. Das Männchen erwiederte aber diese Liebkosungen keineswegs, suchte im Gegentheil denselben auszuweichen.

Erst nach längerer Zeit ließ es sich herbei dem Weibchen Stand zu halten und schließlich trat auch bei ihm eine Erregung ein, und nun machte es die nämlichen Bewegungen mit dem Schwanze und rieb das Weibchen ebenfalls mit seiner Schnauze. Dieses Liebesspiel wurde zum größten Theil in den vorderen Partien der Grotte ausgeführt und erst nachdem sich die Proteen geeinigt hatten, entzogen sie sich der weiteren Beobachtung durch Zurückziehen in eine verborgene Höhle.

Ob eine Befruchtung stattgefunden hat, wage ich nicht zu entscheiden, glaube aber es annehmen zu dürfen, weil am anderen Tage bei beiden Proteen eine Veränderung der Geschlechtstheile eingetreten war, welche dies vermuthen ließ: die Kloake des Weibchens hatte nämlich eine kegelförmige Gestalt angenommen (siehe Fig. 2) und die Spalte erschien etwas geöffnet. Beim Männchen waren die stark aufgewulsteten Kloakenlippen an der Seite geröthet (siehe Fig. 4), eine Färbung, die bisher an dem Thiere noch nicht beobachtet worden war.

Die Olme waren in Folge ihrer langen Gefangenschaft allmählich sehr zahm geworden: so wurde das Weibchen z. B. täglich in die Hand genommen und auf der Bauchseite betrachtet, um die Entwicklung der Eier verfolgen zu können, ohne dass das Thier bis jetzt die geringste Notiz davon nahm, sofern die Besichtigung mit der nöthigen Vorsicht geschah. Nun änderte sich dies ganz plötzlich: es scheute vor jeder Berührung oder einfallendem Lichte und hielt sich fast beständig in der Höhle verborgen. Auch am Männchen wurde ein verändertes Wesen, nach dieser Richtung hin, wahrgenommen[1], wenn schon nicht in dem Maße wie beim Weibchen.

---

[1] Einen ausgesprochenen Ortssinn hatte das Weibchen während der Laichperiode entwickelt: es hatte sich schon vor Beginn des Legens eine bestimmte Höhlung zum Aufenthalt gewählt; wurde es nun gezwungen dieselbe beim Entfernen der Eier zu verlassen, so gerieth es in eine große Unruhe und gab sich nicht eher zufrieden, bis alle Steine etc. wieder ganz genau so gelegt worden waren wie früher. Das kleinste Versehen wurde von dem Thiere bemerkt und es hielt, ungeachtet der darauf gerichteten besonderen Sorgfalt, schwer, es in dieser Hinsicht zu befriedigen.

In der Nacht vom 16. zum 17. April legte das Weibchen das erste Ei; es hatte dasselbe an die Decke seiner Höhle angeklebt. In der darauf folgenden Nacht gelang es mir, unbemerkt von dem Olm, den Vorgang des Legens zu beobachten.

Das Weibchen kroch langsam, mit nach unten gekehrtem Rücken, an der Decke der Grotte herum und machte mit dem Schwanze wedelnde Bewegungen, während es die Kloake gegen die Steine andrückte. Nachdem dies einige Zeit gedauert hatte, heftete es ein Ei in eine kleine Vertiefung des Tropfsteins und wiederholte hierauf die beschriebenen Bewegungen mit dem Schwanze und der Kloake, bis es an einer anderen Stelle abermals einen passenden Platz für ein zweites Ei gefunden hatte und dies anklebte.

Die Eier wurden alle, ohne Ausnahme, einzeln angeheftet und zwar so, dass die unteren Seiten frei waren. Das Legen geschah nur während der Nachtzeit[2], meistens erst nach 10 Uhr.

Leider verletzte sich das Weibchen die Kloakenränder an den scharfen Steinen und hörte, in Folge einer dadurch herbeigeführten Entzündung, schon nach dem zwölften Ei mit Laichen auf. Gleich nach dem Legen des ersten Eies war die Kloakengegend bedeutend angeschwollen, nun glich sie sowohl an Gestalt wie an Größe sehr derjenigen eines brünstigen Männchens (siehe Fig. 3) und während des Laichens erhielt sie sich unverändert in dieser Gestalt. Nach dem Laichen nahm sie wieder ganz allmählich ihre ursprüngliche Form an.

Die gegenseitige Theilnahme der beiden Proteen, welche sich im Laufe der Brunstzeit eingestellt hatte, war, so weit meine Beobachtungen reichten beim Beginn des Laichens wieder erloschen. Das Männchen kümmerte sich, dem Anscheine nach, gar nicht mehr um sein Weibchen; es saß fast beständig oben auf der Grotte, während das Weibchen sich immer im Innern der Höhle aufhielt. Eine eigenthümliche Veränderlichkeit der Färbung der Kiemenbüschel bei dem Weibchen, während des Laichens, glaube ich hier noch erwähnen zu sollen. Dieselbe ist bekanntlich bei den Proteen eine außerordentlich wechselnde und schon oft beobachtete Thatsache, und nach meinen Erfahrungen können hierbei die verschiedensten äußeren und inneren Einflüsse thätig sein. Ich werde weiter unten auf diesen Gegenstand zurückkommen.

---

[1] Hierdurch wird es erklärlich, warum man Proteen im paarungslustigen Zustande nicht findet, obgleich alljährlich viele Hunderte zu wissenschaftlichen und anderen Zwecken gefangen werden.

[2] So weit meine Erfahrungen reichen, unterscheidet sich der Olm hierdurch von den anderen mir bekannten Urodelen; wenigstens legten bei mir Axolotl, so wie verschiedene Tritonen und die lebendig gebärenden Salamandra atra und maculata bezüglich ihre Eier und Jungen häufig am Tage ab.

Es war mir nun auffällig, dass die Kiemen des Weibchens während der Laichzeit ihre Farbe ganz unabhängig von den früher beobachteten Einwirkungen veränderten. Die bei diesen Individuen in der Regel frisch rothen Kiemenbüschel verblichen meist schon 12 Stunden vor dem Legen fast vollständig und gewannen ihre lebhafte Farbe erst nach Ablage der Eier im Laufe von einigen Stunden wieder. Ferner wurde auch ein ungewöhnliches Verblassen der Kiemen von jetzt ab bloß durch die geringste Erschütterung des Aquariums oder andere Störungen der Thiere herbeigeführt. Ob man es hier mit einer naturgemäßen Erscheinung zu thun hat, oder ob ein krankhafter Zustand das bewirkte, habe ich nicht ermitteln können. Die Vermuthung, dass das letztere der Fall gewesen, liegt nahe, weil das Weibchen die Eier beim Legen alle mehr oder weniger verletzte; ein Umstand, der um so bedauerlicher war, als auf diese Weise die Embryonalentwicklung nur bis zum achten Tage vorschreiten konnte, indem das allmählich in das Ei eingedrungene Wasser dieselbe zum Stillstand brachte.

Es ließ sich aber dessenungeachtet, durch die ausgesprochene Entwicklung der Embryonen in den Eiern, ihre Befruchtung mit Sicherheit feststellen.

Über die Art der Befruchtung konnte ich keine Beobachtung machen, da die Proteen, wie bereits erwähnt wurde, sich während der ganzen Laichzeit sehr scheu verhielten und immer die verborgensten Schlupfwinkel aufsuchten. Dass eine innere Befruchtung der Eier vor sich gegangen war glaube ich aber nach Folgendem als erwiesen betrachten zu dürfen: Das Weibchen hatte sich an der Kloake verletzt, ich brachte es aus diesem Grunde in ein kleines nur mit Wasserpflanzen versehenes Glas, um so jede Veranlassung zum weiteren Reiz der Epidermis fern zu halten. Es legte hier, ohne Beisein des Männchens, noch zwei Eier, die sich ebenfalls als entwicklungsfähig zeigten. Ich muss noch anführen, dass das Wasser zum Füllen des eben genannten Glases nicht aus dem Aquarium genommen wurde, also eine Überführung von Sperma ausgeschlossen war.

Nach den eben beschriebenen Vorgängen dürfte nicht länger ein Zweifel darüber bestehen, dass der Proteus zu den eierlegenden Kiemenlurchen gehört. Die unverkennbare Sorge des Weibchens für seine Brut, welche sich dadurch verrieth, dass es die Eier an verborgenen und geschützten Stellen ablegte, spricht deutlich dafür, dass diese Art der Fortpflanzung die naturgemäße ist; auch die begonnene Embryonalentwicklung in den Eiern wies darauf hin, dass dieselben vor dem Legen ihre völlige Reife erlangt hatten und die Entwicklung im natürlichen Verlauf im Wasser vor sich gehen musste.

Die von dem Proteusweibchen gelegten Eier hatten einen Durchmesser von 11 mm. Der gleichmäßig gelblichweiß gefärbte Dotter war 4 mm groß und wurde von einer ziemlich festen krystallhellen 6 mm messenden Hülle umgeben, welche ihrerseits wieder von einer ebenfalls farblosen Gallertschicht eingeschlossen war (siehe Fig. 5 *a*)[1]. In einem Ei befanden sich eigenthümlicherweise zwei Dotter in der 6 mm großen Kapsel dicht neben einander und hatten dieselben in Folge des beschränkten Raumes eine etwas abgeplattete Gestalt (siehe Fig. 5 *b*).

Zunächst fallen die Proteuseier durch ihre unverhältnismäßige Größe auf; ferner ist der Dotter nicht wie andere Amphibieneier pigmentirt, sondern, der Haut des Proteus entsprechend, ebenfalls pigmentlos. Eine weitere Abweichung besteht in der größeren Konsistenz der äußeren Gallertschicht. Die mit schützender Gallerte versehenen Eier des Axolotl, sowohl wie die der Kröten und Frösche bewahren nur für wenige Tage ihre ursprüngliche Form. Die Gallerte wird nach und nach immer loser und breitet sich erheblich aus. Bei den Proteuseiern war dies nicht der Fall: sie behielten bis zuletzt ihre anfängliche Größe und Festigkeit.

Bemerkenswerth erscheint noch, dass die Proteen ihre Eier einzeln absetzten, während die anderen Lurche ihren Laich, sobald er eine schützende Gallertschicht besitzt, schnur- oder klumpenförmig abgeben.

Am 14. September 1882 bemerkte ich an einem seit 1877 in meinem Besitze befindlichen Proteus (262 mm lang), dass die Kloakengegend etwas angeschwollen war; ich glaubte, in Anbetracht der Übereinstimmung im äußeren Habitus dieses Exemplars mit dem des weiblichen Proteus, der im April 1882 Eier gelegt hatte, ein Weibchen in ihm vermuthen zu müssen. Nach sorgfältiger Untersuchung zeigte sich wirklich eine bedeutende Anzahl Eier verschiedener Größe in jedem Ovarium entwickelt.

---

[1] Ich kann an dieser Stelle bestätigen, dass das von F. E. SCHULZE untersuchte und beschriebene Amphibienei (siehe diese Zeitschrift: Zur Fortpflanzungsgeschichte des Proteus anguineus. XXVI. Bd. 3. Heft. 1876), welches nach Aussage des Grottenführers BRELSNIK von einem Proteus stammen sollte, in der That ein Proteenei war. SCHULZE giebt den Durchmesser des in Weingeist konservirten Eies mit 5 mm an. Diese bedeutende Differenz in der Größe erklärt sich durch die vom Alkohol bewirkte Schrumpfung. In allen übrigen Punkten stimmen die Angaben über die Struktur der einzelnen Schichten mit meinen Beobachtungen vollkommen überein.

Ende Oktober 1882 wurde ein weiteres Individuum (255 mm lang), nach vierjähriger Gefangenschaft, paarungslustig: es traten dieselben Erscheinungen bei ihm auf, die ich schon früher beim Beginn der Brünstigkeit des anderen Männchens beobachtet hatte. Nur die Hautfarbe zeigte in so fern eine Abweichung, als die zwei Reihen heller Flecken auf dem Schwanze weniger deutlich und regelmäßig waren.

Einigermaßen befremdend muss es erscheinen, dass der Fortpflanzungstrieb bei den Olmen erst nach vier- bis fünfjähriger Gefangenschaft zur Geltung kam, und ungeachtet aller Pflege und sichtlichem Wohlbefinden der Thiere in den ersten Jahren derselbe nur ein vorübergehender und leider resultatloser geblieben war.

Die Erklärung hierfür glaube ich in den besonders schwer zu erzielenden Lebensbedingungen der Proteen suchen zu müssen.

In den unterirdischen Gewässern des Karst sind diese Kiemenlurche daran gewöhnt eine gleichmäßige Temperatur das ganze Jahr hindurch zu haben, und sowohl vor dem Tageslicht wie vor Erschütterungen einen absoluten Schutz zu finden.

Der sorgsamsten Pflege und Behandlung und minutiösesten Einrichtungen, hinsichtlich der Unterbringung dieser Kiemenlurche, kann es nie gelingen auch nur annähernd das zu erreichen, was für die Thiere fast ausschließliche Lebensbedingung im Laufe von Jahrtausenden geworden ist.

Ich glaube im Interesse mancher Fachgenossen zu handeln, wenn ich über meine Erfahrungen, bezüglich der Behandlungsweise des Olms in der Gefangenschaft, an dieser Stelle eingehende Mittheilungen mache.

Eine der Hauptbedingungen zum Wohlbefinden der Proteen besteht darin, die Temperatur des Wassers so zu regeln, dass Winter und Sommer eine gleichmäßige Wärme von 7—9 Grad Réaumur im Aquarium erhalten wird. Sinkt dieselbe unter 7 Grad, so befinden sich die Olme zwar anscheinend ganz wohl, nehmen aber weniger Nahrung, wie sie bedürfen, zu sich.

Vorübergehend würde das nur von geringem Nachtheil für ihre Gesundheit sein; bei längerer Dauer stellt sich aber, als Folge der ungenügenden Ernährung, eine Abmagerung ein, die selbstverständlich bei Proteen, die zur Fortpflanzung verwendet werden sollen, vermieden werden muss.

Viel nachtheiliger wirkt eine zu hohe Temperatur. Schon bei 10 Grad R. habe ich öfters ein Ermatten der Olme bemerkt, welches sich dadurch kennzeichnete, dass die Proteen, abgesehen von dem Mangel an Fresslust, wenn sie aus dem Wasser genommen wurden, schlaff über der Hand hingen und sich weich[1] anfühlten, auch weniger Energie in ihren Bewegungen verriethen wie sonst.

Im Winter lässt sich die erforderliche Wärme leicht durch Heizung des Raumes erzielen, in welchem die Behälter der Thiere stehen; ganz anders aber zur warmen Jahreszeit. Es ist dann oft mit den größten Schwierigkeiten verknüpft eine niedrige Temperatur festzuhalten. Ich hatte es eine Zeit lang mit beständig fließendem Wasser versucht, in der Hoffnung dadurch eine gleichmäßige Abkühlung zu erreichen, sah aber bald, an der Abnahme der Fresslust der Thiere, dass ihnen der unausgesetzte Wechsel des Wassers Unbehagen erregte. Ich beschränkte mich desshalb darauf das Wasser nur Morgens und Abends zu erneuern und das Aquarium von außen gegen die warme Luft noch durch eine Wasserschicht zu schützen, indem ich es in ein größeres Gefäß setzte und darin das Wasser der Brunnenleitung beständig zu- und abfließen ließ. So lange die Wärme des Brunnenwassers die mittlere Temperatur nicht wesentlich überstieg, gelang die Abkühlung einigermaßen, weil die zunehmende Wärme der Luft verstärkte Niederschläge an die äußere Wand des Gefäßes verursachte, und die Verdunstung der äußeren Wasserschicht viel Wärme entzog. Allmählich steigerte sich die Luftwärme und hiermit auch die des Wassers im Aquarium, so dass es endlich 10—12 Grad R. erlangte; aber auch jetzt noch kamen keine Anzeichen von Unwohlsein bei den Proteen zum Vorschein, sie hatten sich der ganz allmählichen Zunahme der Wärme anbequemt.

Sobald aber der Paarungstrieb erwachte, wurden sie in dieser Hinsicht wieder sehr empfindlich und ich war gezwungen die brünstigen Thiere in den Keller zu bringen.

Leider genügte auch dieses Mittel nicht für längere Zeit, da das Wasser der Brunnenleitung nach und nach eine Wärme von 12—13 Grad R. bei einer Luftwärme im Keller von 15 Grad R. erreichte, und der Fortpflanzung der Olme vor der Zeit ein Ziel setzte!

Das zweite Erfordernis zu einem ungestörten Wohlbefinden der

---

[1] Ich halte das Schlaffsein der Olme für ein unfehlbares Merkmal eines krankhaften Zustandes. In Folge vielseitiger Erfahrungen bin ich im Stande den Gesundheitszustand eines Proteus lediglich aus der größeren oder geringeren Härte des Körpers zu bemessen.

Proteen besteht in völliger Abgeschlossenheit ihres Behälters gegen das Licht, weil es höchst beunruhigend auf sie wirkt und dadurch verhindert, dass die Thiere sich in der neuen Umgebung einleben und heimisch fühlen.

Obgleich es mit keiner besonderen Schwierigkeit verknüpft ist sie vor dem Lichte zu schützen, so wird auf der anderen Seite die Beobachtung und Pflege dieser Lurche dadurch ungemein erschwert, weil alle Hantierungen, wie Wechseln des Wassers und die Fütterung etc. möglichst rasch geschehen müssen und kaum Zeit zur Beobachtung der Proteen, und unbemerkt von ihnen, übrig bleibt.

Wie empfindlich sie gegen die Einwirkung des Lichtes sind zeigte sich am deutlichsten dadurch, dass der geringste helle Schein, der in das Aquarium drang, die Thiere in Aufregung versetzte und sie veranlasste sich augenblicklich hinter einen schützenden Stein zu verbergen.

Als äußerst glücklichen Zufall muss ich es ansehen — obgleich die Beobachtungen nur lückenhaft genannt werden können — dass es mir, unter so intrikaten Verhältnissen, dennoch gelang das Verhalten der Thiere während der Brunstzeit, das Benehmen des Weibchens beim Laichen und Anheften der Eier, und die mancherlei körperlichen Veränderungen der Proteen im Verlaufe der Paarungszeit, so weit zu konstatiren, da mir nur vereinzelte Blicke, bei karger Kerzenbeleuchtung, vergönnt waren. Es musste allerdings das geistige Auge, geschärft durch jahrelange Beobachtungen der Thiere in ihrem Gebahren und ihrer körperlichen Beschaffenheit, in ihrer Ernährung und Entwicklung etc., dem körperlichen Auge zu Hilfe kommen, um diese Geistesarbeit vollführen zu können.

Auf eine überraschende Fähigkeit der Olme möchte ich hier aufmerksam machen. Dieselben bekunden beim Aufsuchen ihrer Schlupfwinkel eine so auffällige Sicherheit im Finden der vorhandenen Gänge und im Vermeiden der Hindernisse, dass es für ein Thier, dem das Augenlicht fehlt, fast unglaublich zu nennen ist. Die einzige Erklärung hierfür scheint mir das überaus feine Gefühlsvermögen der Epidermis zu sein.

Ich habe wenigstens oft beobachtet, dass ein kleiner Wurm, welcher in das Wasser geworfen wurde, von den hungerigen Thieren auf größere Entfernung, in Folge seiner Bewegungen, bemerkt worden, und die Olme im Stande waren ihn mit Sicherheit aufzufinden.

Ein weiterer Einfluss des Lichtes auf die Proteen ist bekanntlich die Veränderung ihrer Hautfarbe. Trotzdem ich, aus obigen Gründen, bestrebt gewesen bin diese den Thieren ungewohnte und ihnen so nachtheilige Einwirkung fern zu halten, waren sie bei der täglichen

Erneuerung des Wassers dem Lichte ausgesetzt, was sich in ein bis zwei Jahren bei allen Exemplaren mehr oder weniger durch Färbung der Haut geltend machte.

Bei Einigen wurde die anfänglich helle Fleischfarbe in ein lichtes Grau verwandelt, bei Anderen traten nur einzelne dunkle Stellen hervor, während diese im Ganzen genommen ihre ursprüngliche Farbe beibehielt. Eine weitere, die Pflege der Olme erschwerende Eigenschaft besteht in der großen Empfindlichkeit der Thiere für Erschütterungen; anfänglich war dieselbe so stark ausgesprochen, dass jeder Tritt in der Nähe ihres Aquariums sie erschreckte. Erst nach mehrjähriger Gefangenschaft hatten sie diese Scheu abgelegt. Beim Eintritt der Brunstzeit kam sie aber wieder plötzlich und in verstärktem Maße zum Vorschein: selbst unbedeutende Erschütterungen, wie das Vorüberfahren eines Wagens auf der an dem Hause vorüberführenden Straße, konnte die Thiere in die größte Aufregung versetzen, und man war, um ihnen die nöthige Ungestörtheit zu erhalten, gezwungen im Zimmer leise aufzutreten.

Die Beschaffenheit des Wassers ist selbstredend von großer Bedeutung für das Wohlbefinden der Thiere. In den unterirdischen Gewässern des Karst ist dasselbe sehr klar und rein und scheint dies auch für die Gesundheit der Proteen unbedingt erforderlich zu sein, da sie in trübem Wasser sehr bald ermatten. Es ist desshalb zu empfehlen die Behälter nicht nur sehr rein zu halten, sondern das Wasser täglich zu erneuern. Außerdem übt die Quantität des im Wasser enthaltenen Sauerstoffes einen erheblichen Einfluss auf ihr Befinden aus.

Abgestandenes oder luftarmes Wasser zwingt die Thiere nämlich zum häufigen Luftschöpfen an der Oberfläche und versetzt sie hierdurch in eine, ihrer apathischen Natur widerstrebende Unruhe. Ist aber ein zu großer Luftgehalt in demselben, so überfüllen sich die Kiemenbüschel, zumal bei hoher Temperatur des Wassers, sehr leicht mit Blut und das verursacht mitunter ein Springen der Blutgefäße, das, abgesehen von dem schwächenden Blutverluste, ein Absterben der verletzten Theile veranlasst, was zu tödlichen Pilzwucherungen führen kann. In einem solchen Falle habe ich das Wasser durch eine Sandschicht geleitet, um es von einem Theil der Luft zu befreien.

Einen ganz besonderen Werth hatte ich, auf Grund vielfältiger an anderen Amphibien gemachten Erfahrungen, auf die Fütterung der Proteen gelegt, da, nach meiner festen Überzeugung, eine Fortpflanzung dieser Thiere in der Gefangenschaft nur dann stattfinden kann, wenn es gelingt sie in einem eben so guten Ernährungszustande zu erhalten, wie sie ihn in der Freiheit ohne Zweifel besitzen werden.

Dass dieses, gerade bei diesen Thieren, mit besonderen Schwierigkeiten verbunden sein würde, musste ich erwarten, da es bekanntlich nur in sehr vereinzelten Fällen bis jetzt gelungen war, ihnen Nahrung beizubringen.

Dieser Umstand allein genügt, wie ich glaube, die auffällige Unfruchtbarkeit der gefangen gehaltenen Proteen hinlänglich zu erklären, um so mehr, als wir gesehen haben, dass eine Reihe von Jahren erforderlich ist, bis die Thiere die Einwirkung der veränderten Lebensweise überwunden haben.

Die frischgefangenen Olme machten auch in der That anfänglich viel Mühe bis sie sich an die neue Nahrung gewöhnt hatten, und erst nach wochenlangen Experimenten waren sie so weit, dass sie sich selbst täglich Nahrung suchten.

Von den ihnen zur Auswahl gebotenen Thieren, die Larven von verschiedenen Wasserinsekten, Fröschen, Salamandern, Regen- und Fadenwürmern, zogen sie die Regenwürmer und Froschlarven den übrigen vor, und behielten auch später diese Gewohnheit bei. Das sichtliche Gedeihen der Proteen war mir ein Beweis dafür, dass die Nahrung eine passende und genügende sei.

Einen einigermaßen sicheren Anhalt für das Befinden der Proteen bietet das Aussehen ihrer Kiemenbüschel, in so fern sie sich je nach dem Gesundheitszustande des Individuums, der Temperatur oder dem Luftgehalte des Wassers, verändern [1].

Im normalen Zustande sind nämlich die Kiemen, vorübergehende Schwankungen abgerechnet, von lebhaft rother Farbe, bei zu hoher Temperatur des Wassers nehmen sie erheblich an Größe zu und erhalten eine dunklere und bläuliche Färbung; dasselbe tritt bei zu großem Luftgehalt des Wassers ein. In kaltem oder luftarmen Wasser schrumpfen die Kiemen zusammen und verbleichen etwas; durch Schreck oder Schmerz wird in der Regel ein plötzliches und fast vollständiges Verblassen bewirkt. Schlecht ernährte Individuen haben stets kleine und hell gefärbte Kiemen, die sich selbst bei hoher Temperatur und luftreichem Wasser nur mäßig mit Blut füllen. Befinden sich irgend welche schädliche Stoffe im Wasser, wie verdorbene Futterreste, oder alter, faulender Kitt der Aquarien, so tritt von Zeit zu Zeit ein gänzliches Entfärben der Kiemen ein. Es empfinden die Thiere in einem solchen Falle offenbar Schmerzen, da sie die Kiemenbüschel mit den Vorderbeinen fest an den Kopf drücken und längere Zeit regungslos in dieser Lage verharren.

[1] Offenbar ist dies ein Vorzug an den Proteen, gegenüber dem anderer Lurche, deren Kranksein sich in keiner leicht erkennbaren Weise dokumentirt und erst wahrgenommen wird, wenn Hilfe oft nicht mehr möglich ist.

Bis zu einem gewissen Grade ist übrigens die Färbung, Größe und Veränderlichkeit der Kieme individuell bei den Proteen. Da man aber, bei einiger Aufmerksamkeit, sehr bald die Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Thiere kennen lernt, so ist dies, behufs Beurtheilung des Gesundheitszustandes, nicht hinderlich.

Zum Schlusse möchte ich noch einige Bemerkungen über die Verschiedenheit des Habitus der beiden Geschlechter der Olme hinzufügen.

Ich theilte anfänglich, wie bereits gesagt, die allgemeine Ansicht, dass ein Geschlechtsunterschied wahrscheinlich nur während der Brunstzeit zu ermitteln sein würde. Erst nachdem abermals zwei Proteen paarungslustig geworden waren, fiel mir auf, dass eine unverkennbare Übereinstimmung sowohl in der Färbung, wie in der Bildung des Schwanzes und des Afters zwischen den beiden Weibchen einerseits und zwischen den beiden Männchen andererseits herrschte.

Bei den Weibchen sind die Schwänze erheblich schmäler und etwas dicker als bei den Männchen; außerdem ist auch die Kloakenspalte bei ihnen kürzer. Ich hatte dieses bereits bei dem im Frühjahr 1879 brünstig gewordenen Weibchen bemerkt, glaubte aber, da das Thier ein besonders kleines Exemplar war, dass der Grund zu dieser Abweichung vielleicht in einer weniger kräftigen Entwicklung liegen könnte. Nachdem aber das zweite Weibchen, welches ein ungewöhnlich schönes und starkes Individuum ist, und sogar die beiden Männchen an Körperlänge übertrifft, dieselbe Gestaltung der Kloake und des Schwanzes zeigte, musste ich mir sagen, dass dies eine dem Weibchen zukommende Eigenthümlichkeit sein dürfte.

In der Färbung ist die Abweichung zwischen den beiden Geschlechtern noch größer, da die Weibchen ihre ursprüngliche Fleischfarbe beibehalten und die Männchen sich mit der Zeit dunkel gefärbt hatten. Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass dieser Unterschied in der Farbe lediglich auf einem Zufall beruht, und dass man somit diesem Umstande keinen Werth beizulegen hat; da aber ein drittes männliches Individuum, welches ich besitze, ebenfalls die dunkle Farbe und die Flecken auf dem Schwanze mit der Zeit erhalten hat, so scheint es mir wahrscheinlicher, dass dem Männchen eine größere Neigung zur Annahme einer intensiveren Hautfarbe eigen ist. So unwesentlich auch diese Anhaltspunkte für die Feststellung des Geschlechtes bei den Olmen sein mögen, so halte ich sie für ein geübtes Auge ausreichend, um die männlichen von den weiblichen Individuen mit Sicherheit zu unterscheiden. Beachtenswerth ist wohl noch die Thatsache, dass bei den Männchen gewissermaßen eine Schmuckfarbe in der Paarungszeit aufgetreten war, während, aller Wahrscheinlichkeit nach, diese Kiemenlurche in ihren heimischen Gewässern keinen Farbenwechsel zur Brunstzeit erleiden werden. Wenigstens wäre es unbegreiflich, wenn bei Thieren, die ausschließlich in unterirdischen Gewässern leben und des Augenlichtes selbst entbehren, eine Schmuckfarbe auftreten sollte, die für dieselben keinen Zweck haben kann.

Um so überraschender war es für mich zu sehen, dass die dunkle Färbung der Proteenmännchen, welche sie lediglich in Folge der Einwirkung des Lichtes angenommen hatten, sich während des Paarungstriebes noch verstärkte, und zwar unverkennbar aus inneren Ursachen, da mit Erlöschen der Paarungslust auch die Steigerung der Farbe wieder verschwand.

Sollte man nicht hierin einen Grund zu der Annahme finden, dass die Proteen früher in oberirdischen Gewässern gelebt, gut entwickelte Augen und eine dunkel-pigmentirte Haut besessen haben?

Freiburg i/B., im April 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXVIII.

Alle Figuren sind in natürlicher Größe wiedergegeben.

Fig. 1. Leibesstück und Schwanz eines männlichen Proteus anguineus, vor dem Anlegen des Hochzeitskleides.

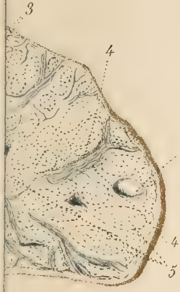
Fig. 2. Leibesstück und Schwanz eines brünstigen Proteusweibchens. Gestalt und Farbe der Kloake kurz vor und nach der Befruchtung.

Fig. 3. Leibesstück und Schwanz eines brünstigen Proteusweibchens. Charakteristische Gestalt und Farbe der Kloake während der Ablagerung der Eier.

Fig. 4. Leibesstück und Schwanz eines männlichen Proteus im Hochzeitskleide.

Fig. 5. Zwei Eier des Proteus anguineus, 12 Stunden nachdem sie gelegt waren.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



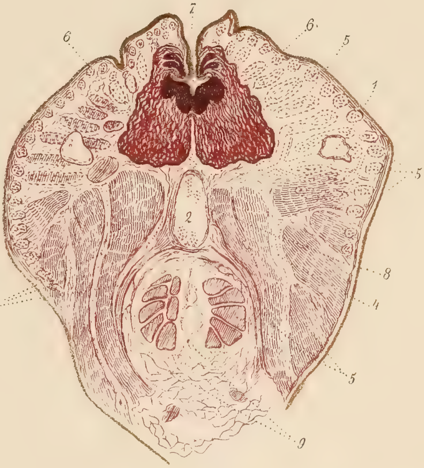


Fig. 13.
7
6
6
5
1
5
2
8
4
3
5
9

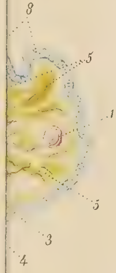


Fig. 14.

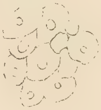


Fig. 16.

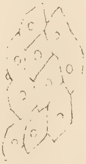


Fig. 17.

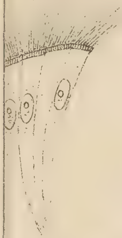


Fig. 10.

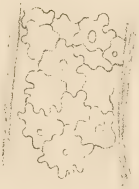


Fig. 15.

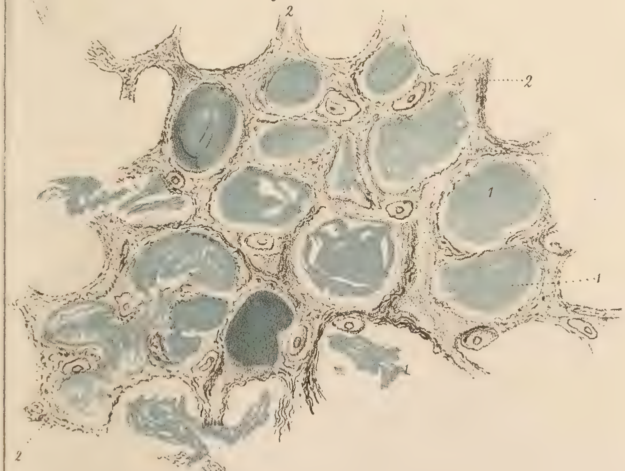


Fig. 18.

Fig. 1.

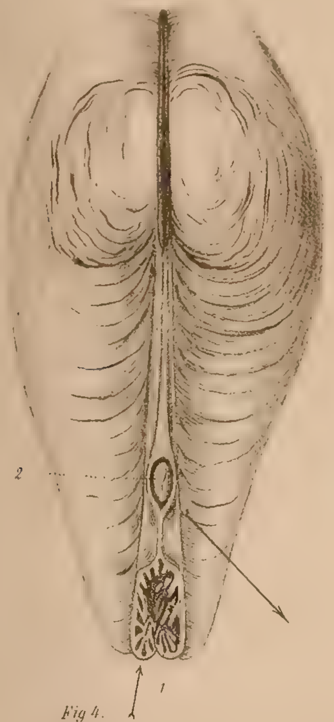


Fig. 2.

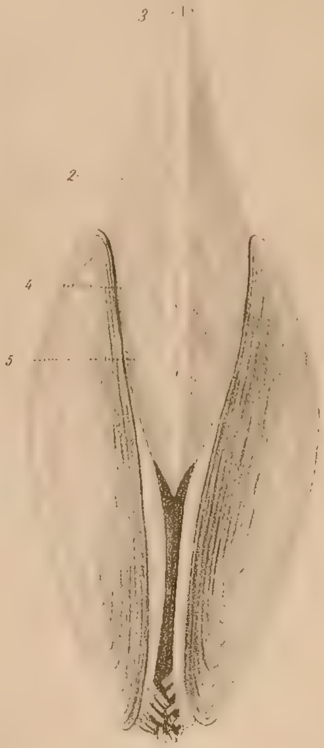


Fig. 6.

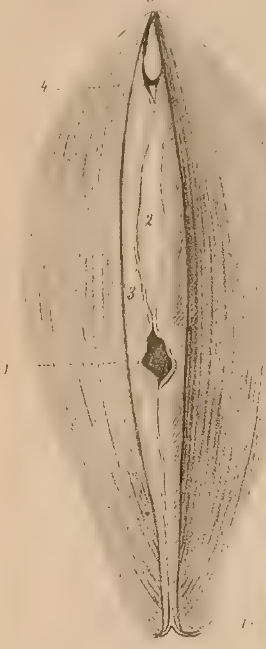


Fig. 8.

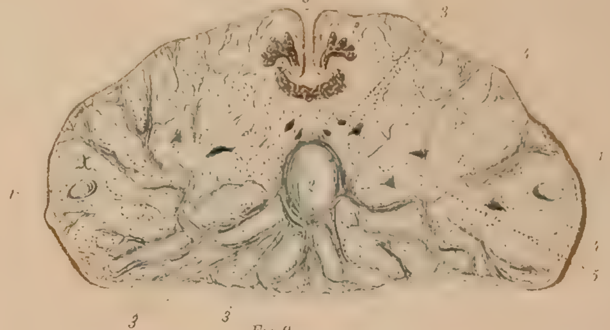


Fig. 13.

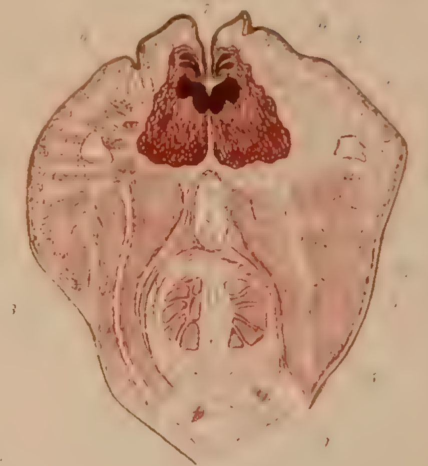


Fig. 9.

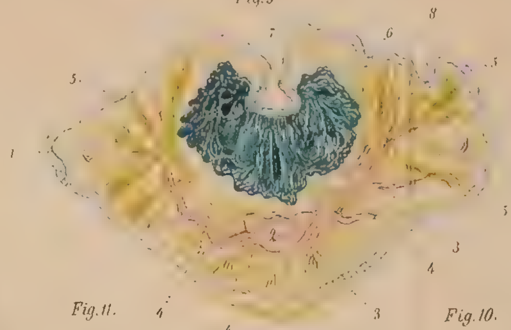

7
8
6
5
5
1
1
2
5
3
4
4
3
4

Fig. 7.

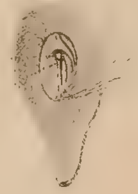


Fig. 14.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 11.

Fig. 12

Fig. 10.

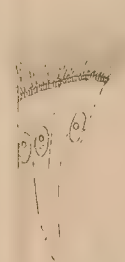


Fig. 15.

Fig. 4.

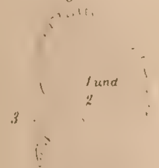


Fig. 3.

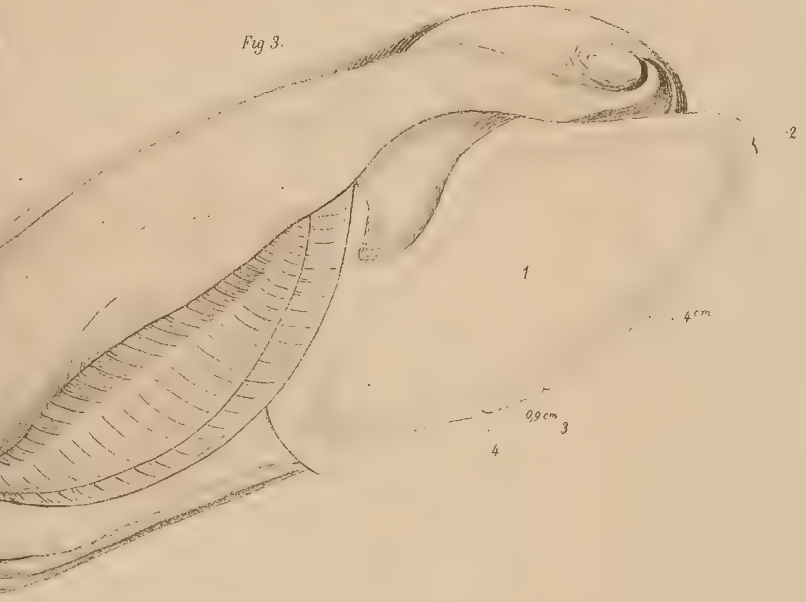

2
1
4 cm
0,9 cm
3
4

Fig. 5.

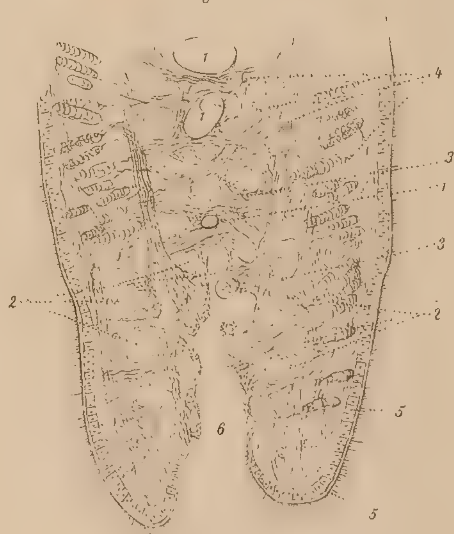
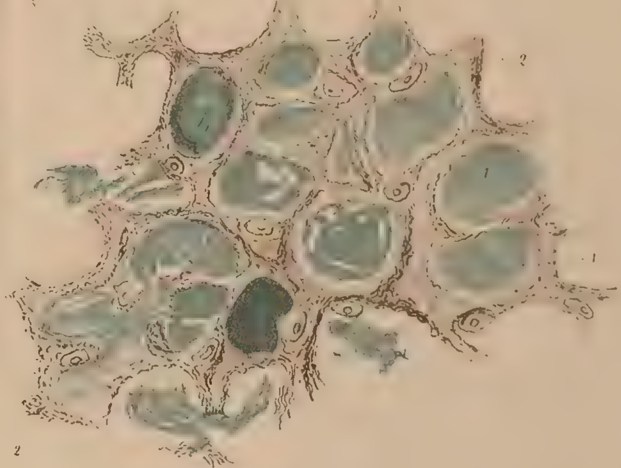

1
4
1
3
1
3
2
2
6
5
5

Fig. 18.



Griesbach del.

Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Taf. II.

Fig. 8.

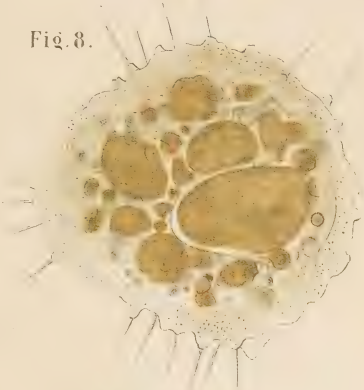


Fig. 6.

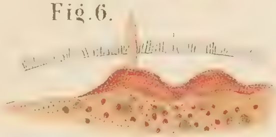


Fig. 10.

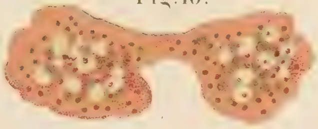
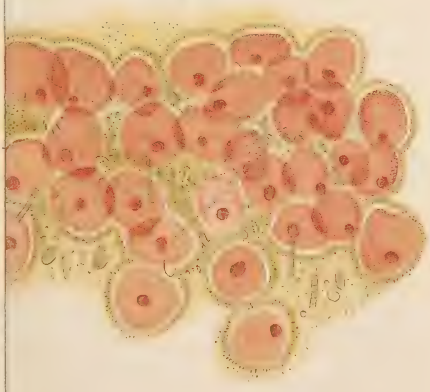


Fig. 16.



Lith. J. A. Hofmann, Würzburg.

Fig. 1.

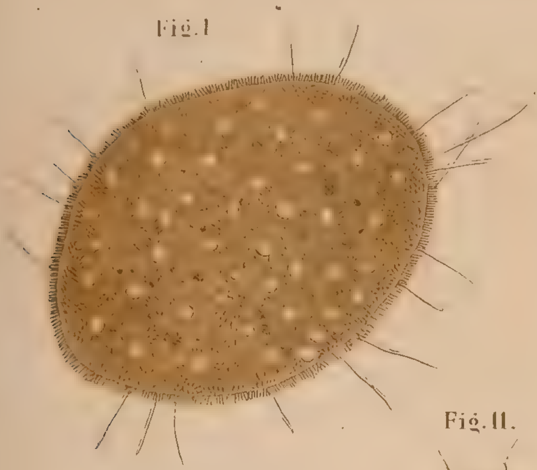


Fig. 2.

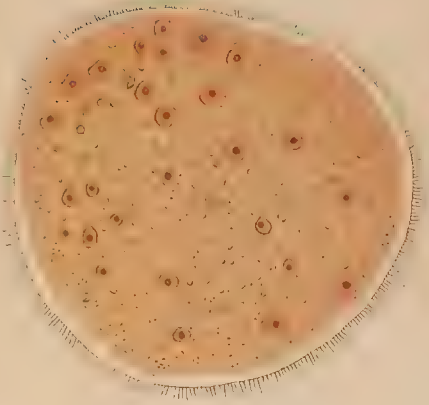


Fig. 7.

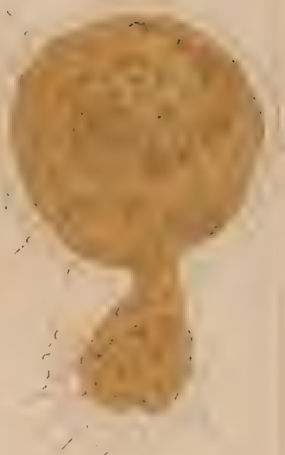


Fig. 8.

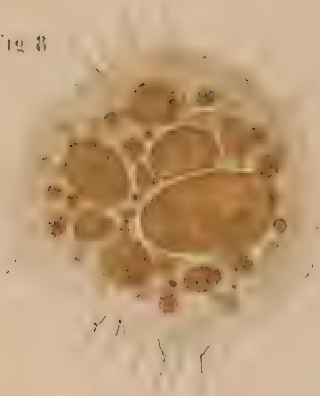


Fig. 11.

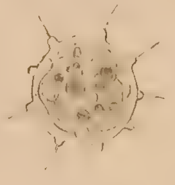


Fig. 6.

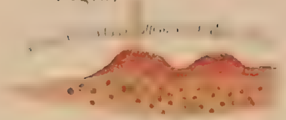


Fig. 3.

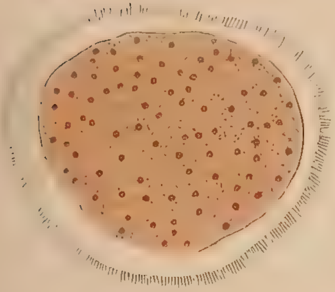


Fig. 5.

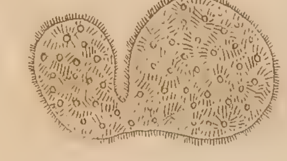


Fig. 9.

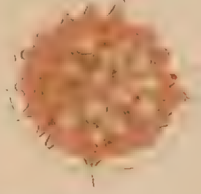


Fig. 10.

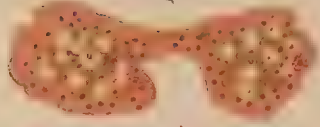


Fig. 4.

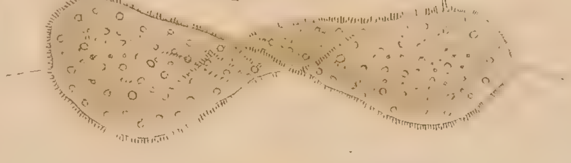


Fig. 14.

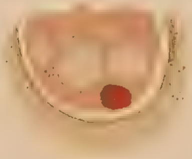


Fig. 16.

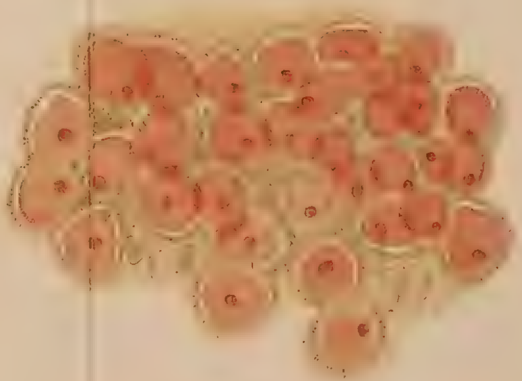


Fig. 12.

Fig. 15.

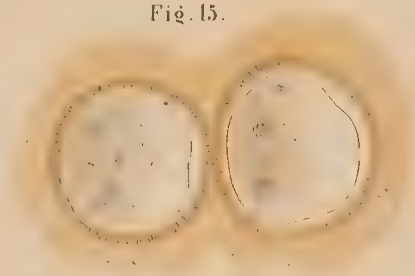
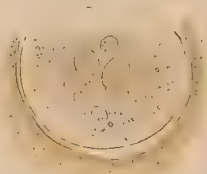


Fig. 13.



A. Gruber del.

Verlag v. Wilhelm Engelmann in Leipzig

Lith. J. A. Hofmann Würzburg

Taf. III.

Fig. 28.

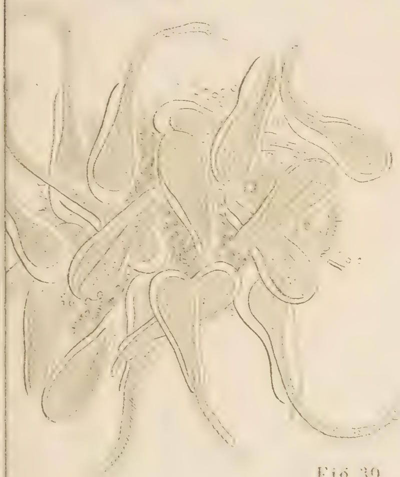


Fig. 26.

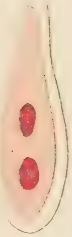


Fig. 27.

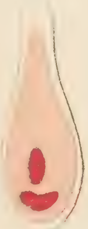


Fig. 30.

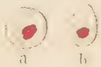


Fig. 29

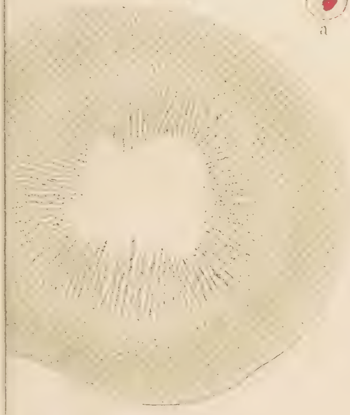


Fig. 38.

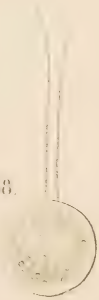
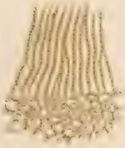


Fig. 35.

Fig. 33.



Lith. J. A. Hofmann, Würzburg.

Fig. 17.

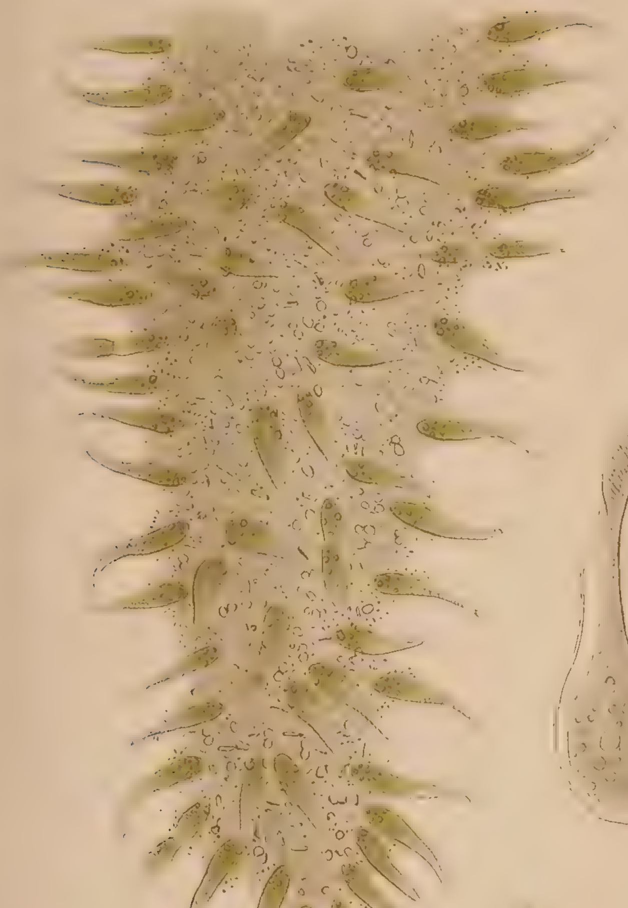


Fig. 21.

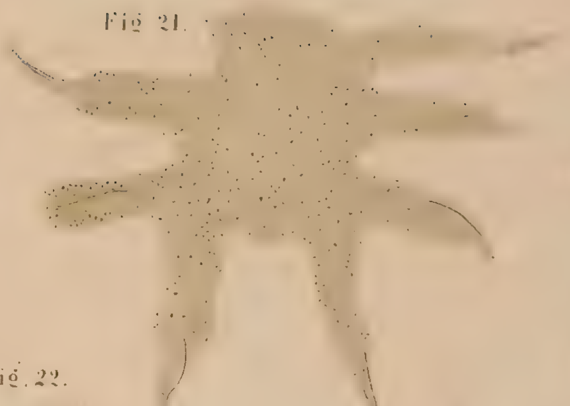


Fig. 28.

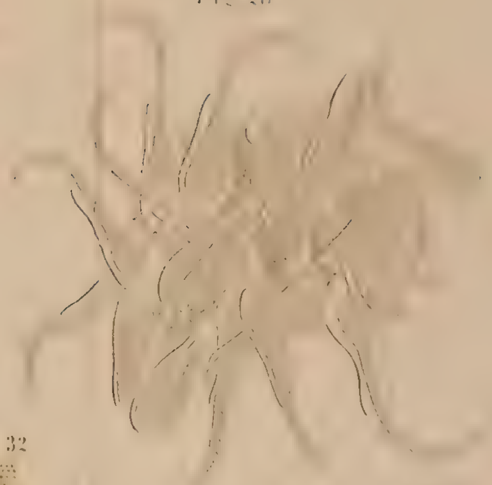


Fig. 26.

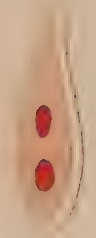


Fig. 27.

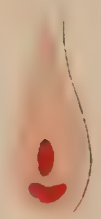


Fig. 22.

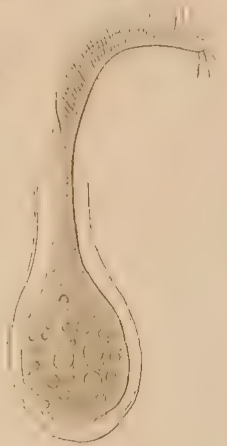


Fig. 23.

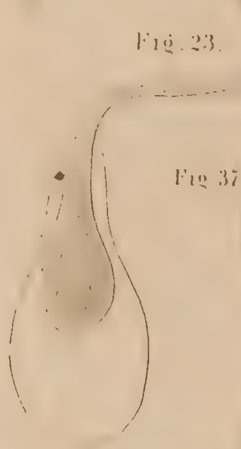


Fig. 32.

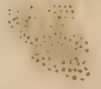


Fig. 39.

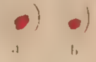


Fig. 29.

Fig. 37.

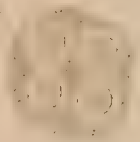


Fig. 36.

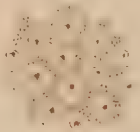


Fig. 38.

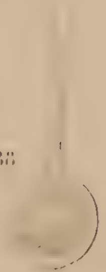


Fig. 31.

Fig. 24.

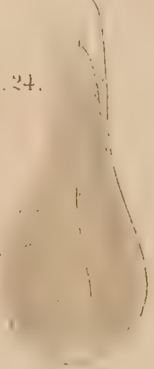


Fig. 25.

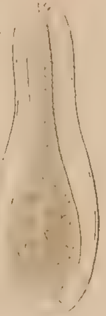


Fig. 19.

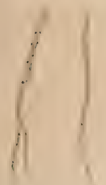


Fig. 20.

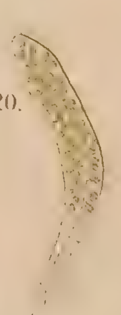


Fig. 18.

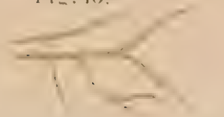


Fig. 30.

Fig. 35.

Fig. 33.

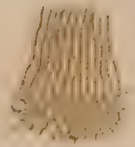
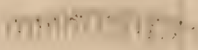


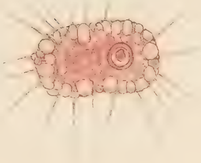
Fig. 34.



A. Gruber del.

Verlag von Wilhelm En

Fig. 45.b.



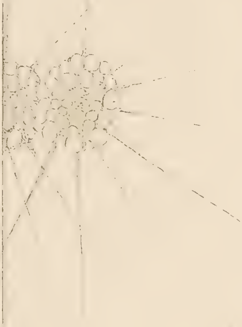


Fig. 48 a.

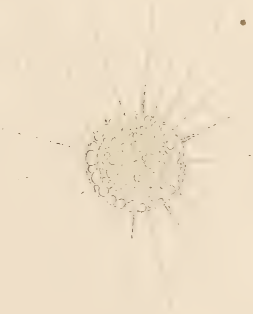
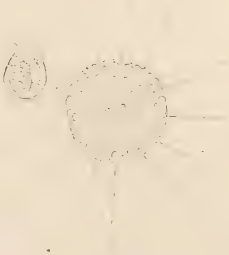


Fig.

Fig. 48 c



A. Gruber

Lith. J. A. Hofmann, Würzburg.

Fig. 40. a.

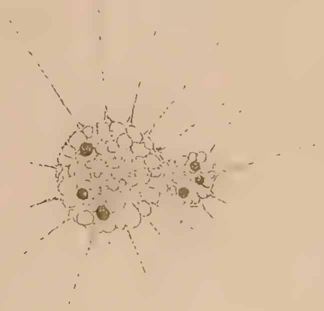


Fig. 40. b.

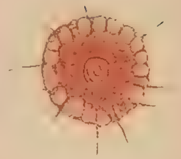


Fig. 41. c.

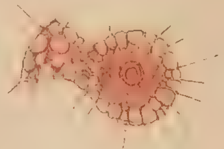


Fig. 42.

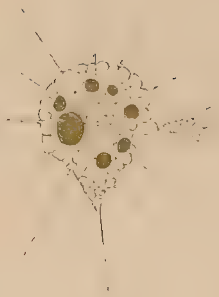


Fig. 45. a.

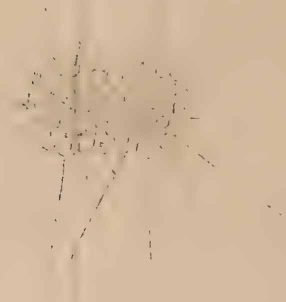


Fig. 45. b.

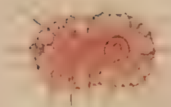


Fig. 41. a.

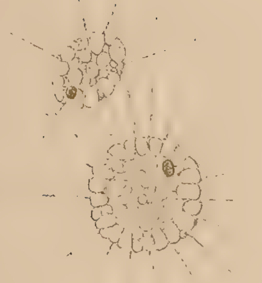


Fig. 41. b.

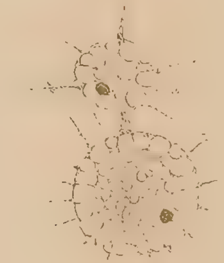


Fig. 48. b.

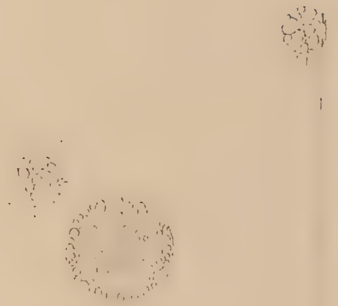


Fig. 48. a.

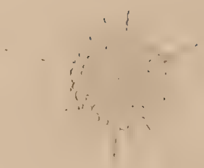


Fig. 43.

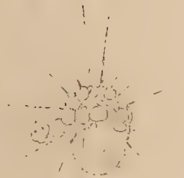


Fig. 46. a.

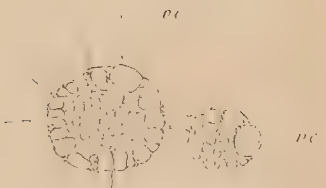


Fig. 46. b.

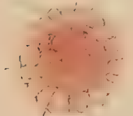


Fig. 47. a.

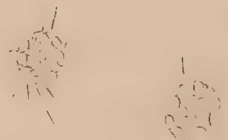


Fig. 48. c.

Fig. 44.

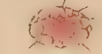


Fig. 47. b.

A. Gruber del.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.

Lith. J. A. Hofmann, Würzburg.

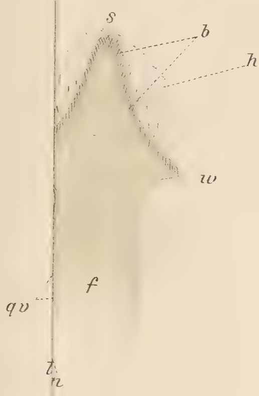


Fig. 12.

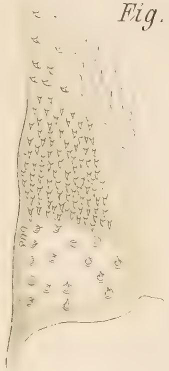


Fig. 13.

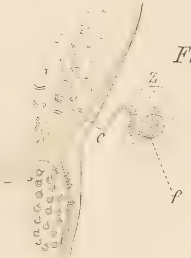


Fig. 9.

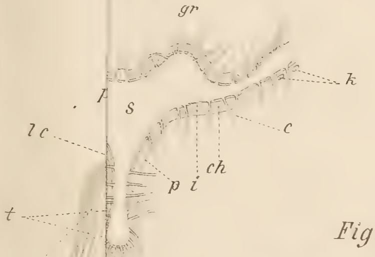
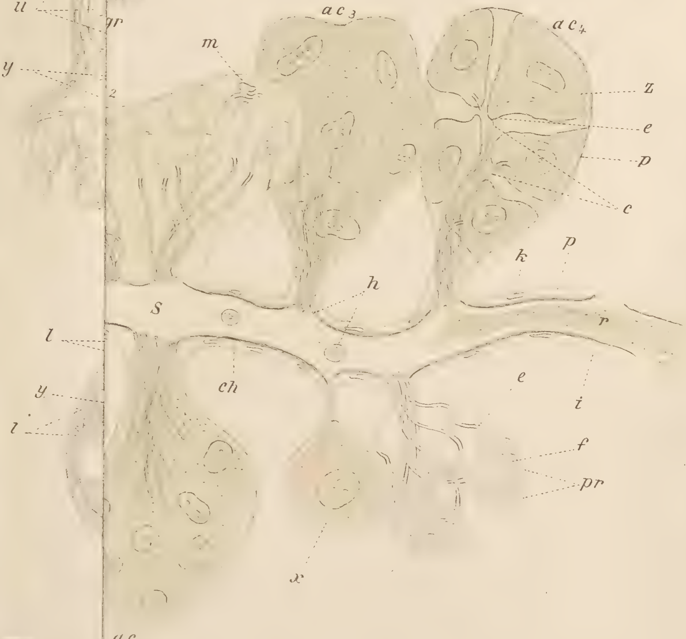

gr
k
s
c
lc
ch
p
i
t
u
gr
y
2

Fig. 8.


ac3
ac4
m
z
e
p
c
k
p
h
s
r
l
ch
e
i
y
l
f
pr
x
ac

Lith. Anst v. J.G. Bach, Leipzig.

Fig. 2.

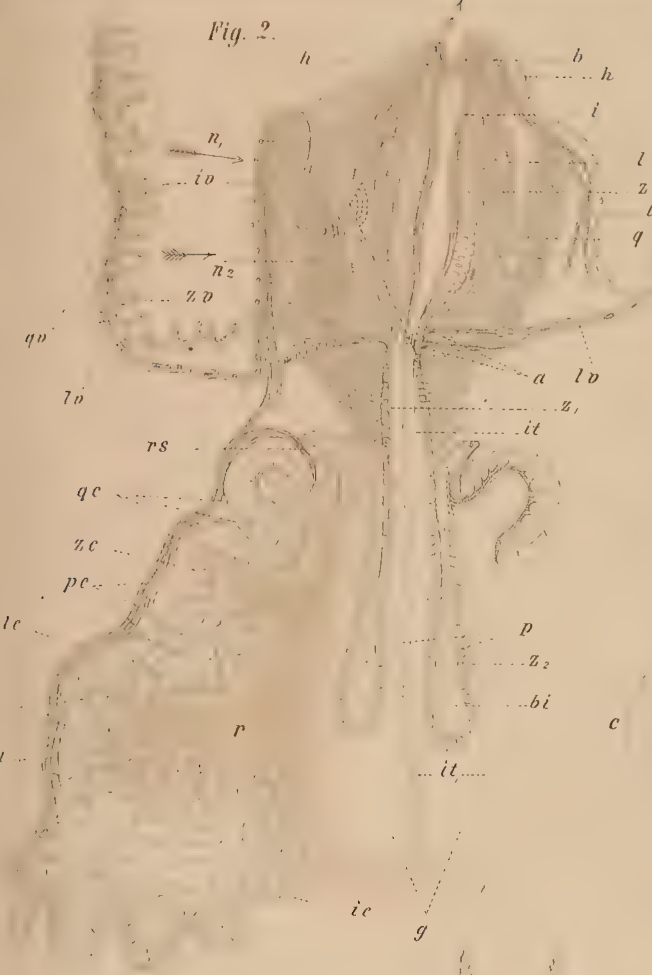

h
b
h
i
n,
iv
l
z
lc
q
n₂
zv
qv
lv
a
lv
z,
it
rs
qc
zc
pc
lc
p
z₂
bi
t
u
r
y
it,
ic
g

Fig. 1.

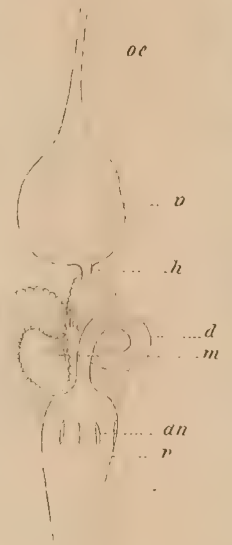

oc
v
h
c
d
m
an
r

Fig. 3.

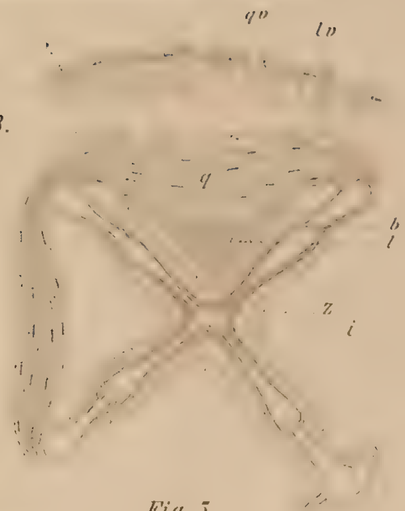


Fig. 5.

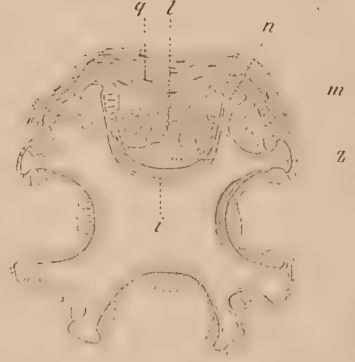


Fig. 4

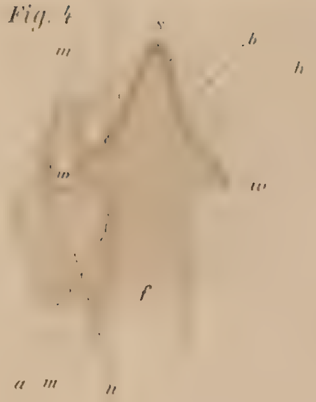

s
m
b
h
m
w
f
a
m
n

Fig. 12

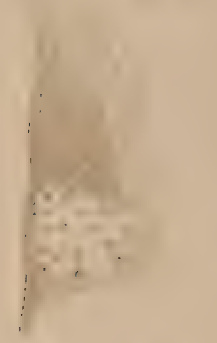


Fig. 9.

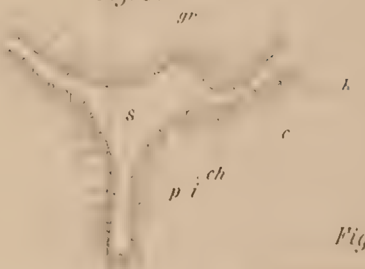


Fig. 13

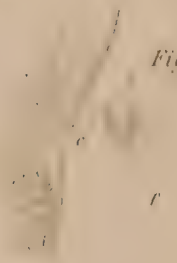


Fig. 8.

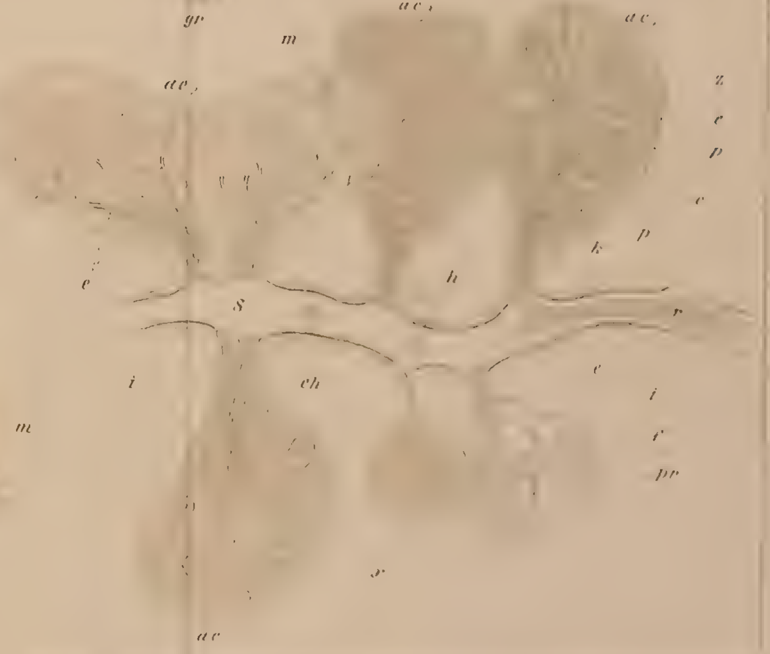

ac,
ac,
gr
m
ac,
z
c
p
c
e
k
p
h
s
r
i
ch
c
i
r
pr
r
ac

Fig. 6.

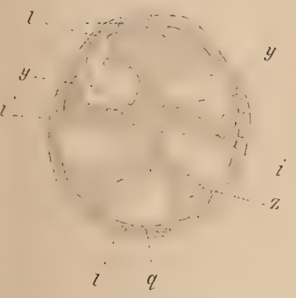


Fig. 7.

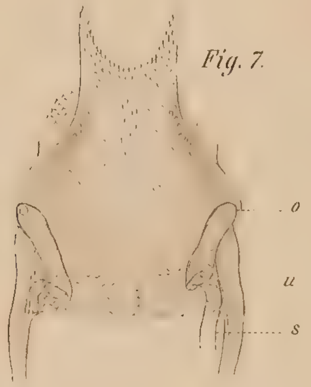


Fig. 10.

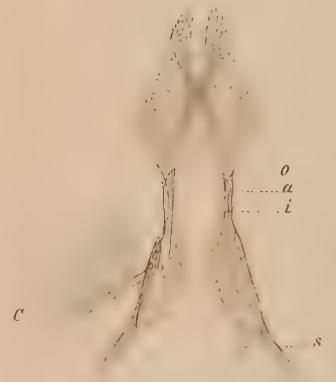
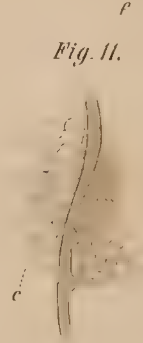


Fig. 11.



Paulus Schiemenz, del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 7

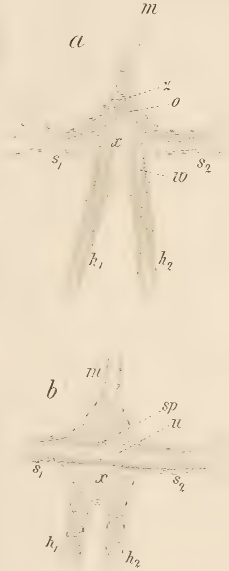

m
a
z
o
x
s1
s2
w
h1
h2
m
b
sp
u
s1
x
s2
h1
h2

Fig. 8.

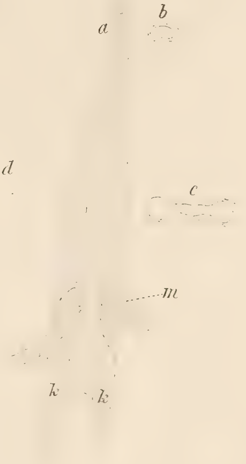


Fig. 11.

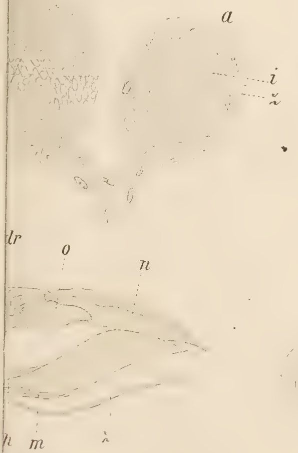

a
i
z
dr
o
n
n
m
z

Fig. 9.

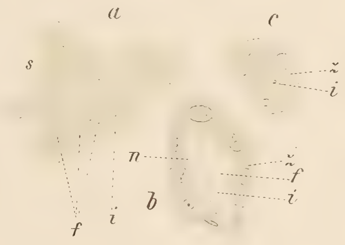

a
c
s
z
i
n
z
f
i
b
f
i

Fig. 10.

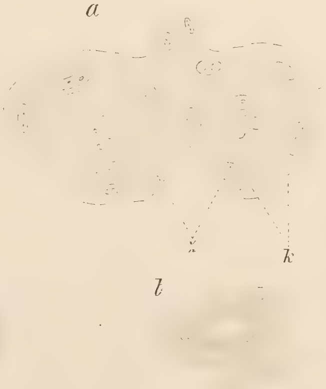


Fig. 20.

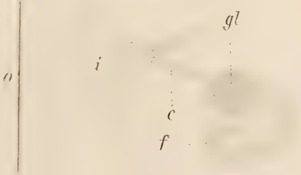


Fig. 1.

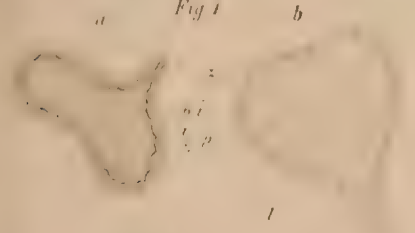


Fig. 2.

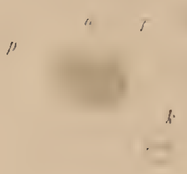


Fig. 3.

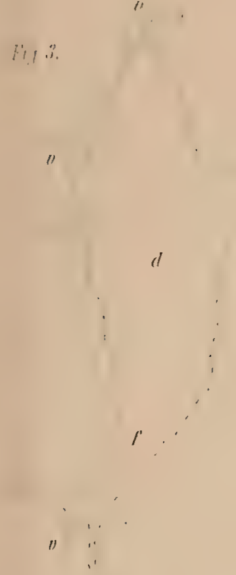


Fig. 4.

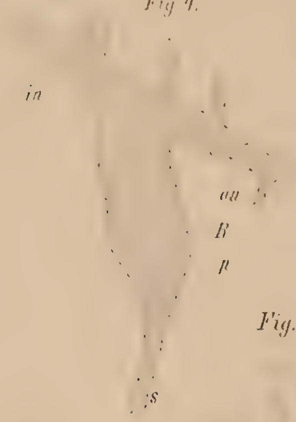


Fig. 5.

Fig. 6.

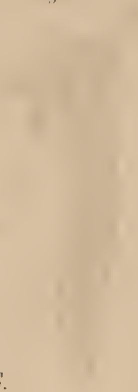


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

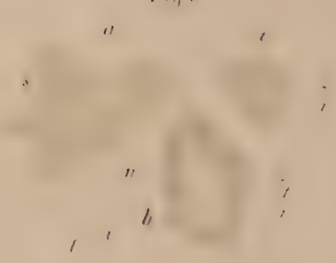


Fig. 10.

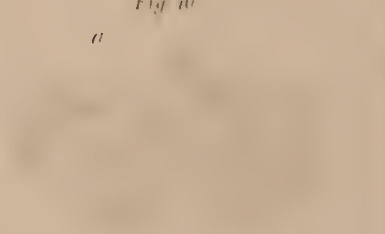


Fig. 11.

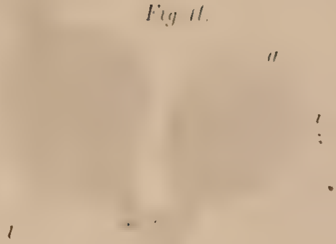


Fig. 12.

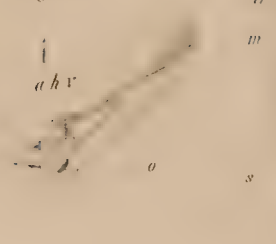


Fig. 13.

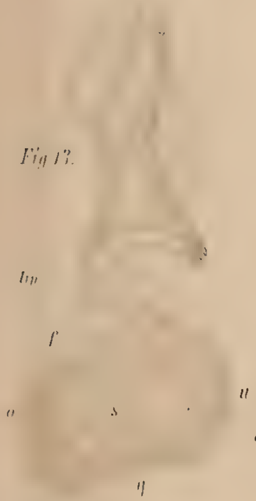

hp
f
o
s
u
sc
dr
q

Fig. 14.

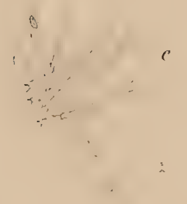


Fig. 15.

Fig. 16.

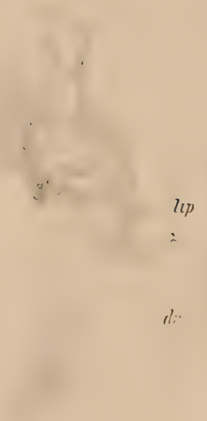


Fig. 17.

Fig. 18.

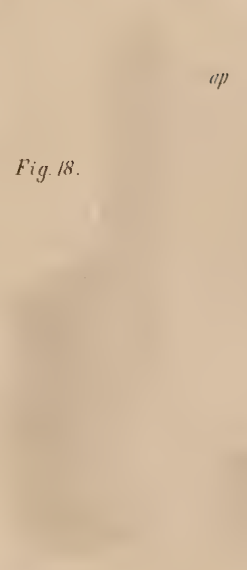


Fig. 19.

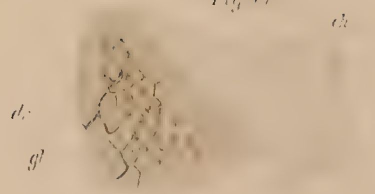


Fig. 20.

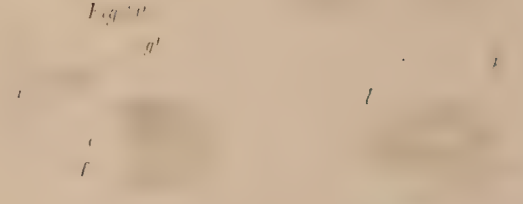
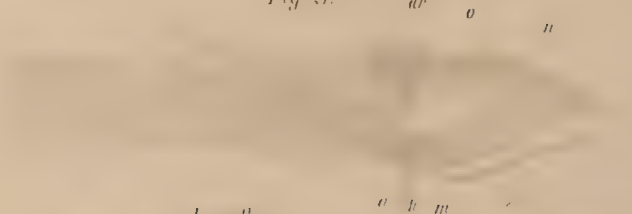


Fig. 21.



Wilh. Eng [illegible]

Fig. 12.

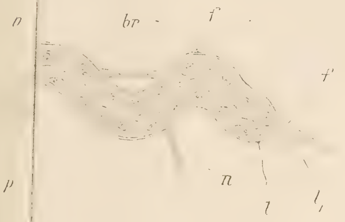


Fig. 16.

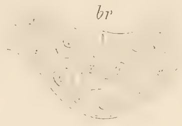


Fig. 13.

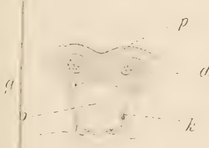


Fig. 14.

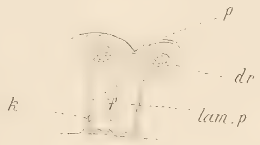


Fig. 15.

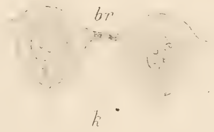
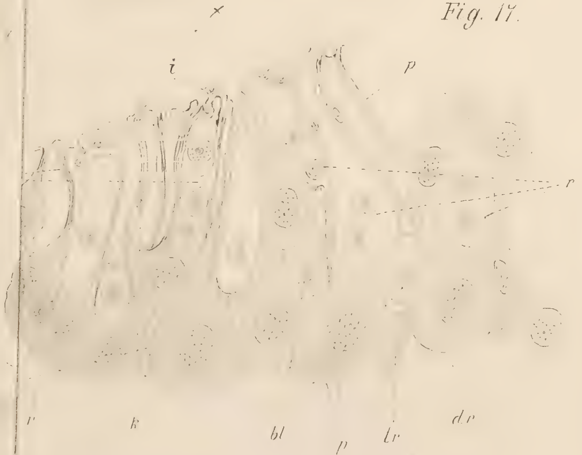


Fig. 20.

Fig. 17.


×
i
p
r
r
k
bl
p
lr
dr

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 1.

Fig. 2.

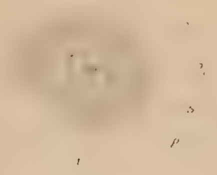


Fig. 3.

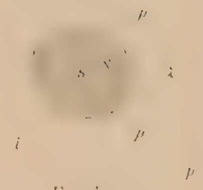


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 11.

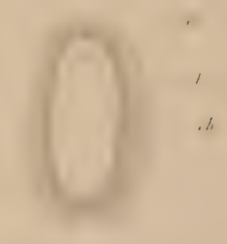


Fig. 12.

Fig. 16.

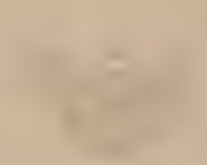


Fig. 4.

Fig. 5.

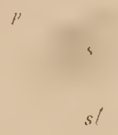


Fig. 6.

Fig. 7.

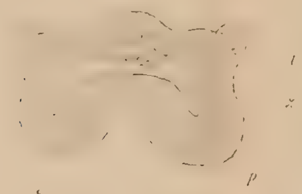


Fig. 10.

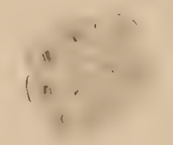


Fig. 18.

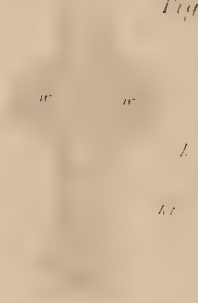


Fig. 13.

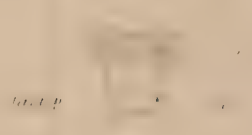


Fig. 14.

Fig. 15.

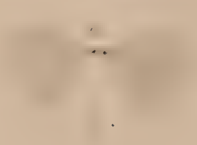


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 27.

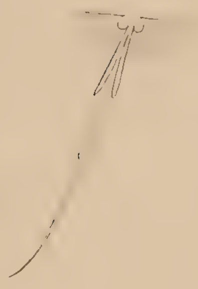


Fig. 23.

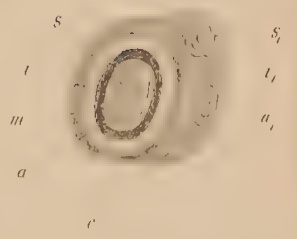

s
t
m
a
c
s_1
t_1
a_1

Fig. 22.

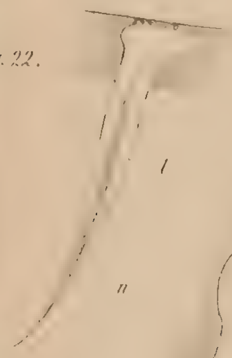


Fig. 24.

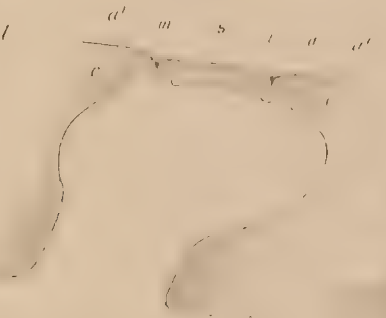


Fig. 26.

Fig. 21.

Fig. 17.

Fig. 28.

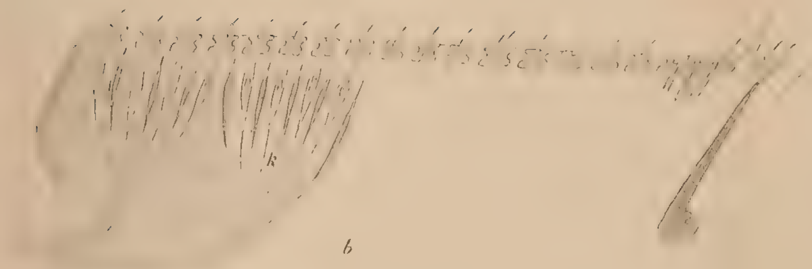


Fig. 25.

[illegible] del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Fig. 8.

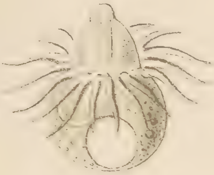


Fig. 9.

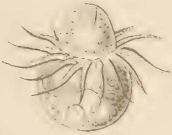


Fig. 10.

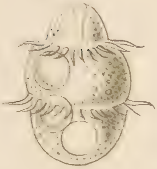


Fig. 11.

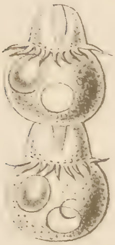


Fig. 14.

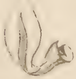


Fig. 12.

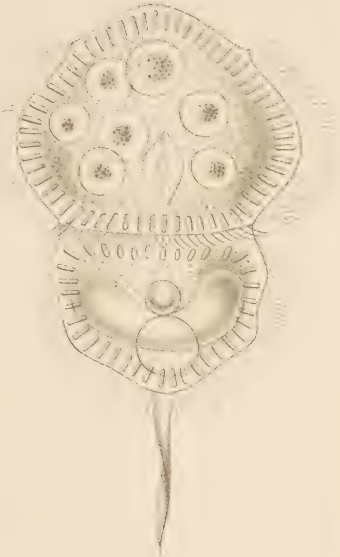
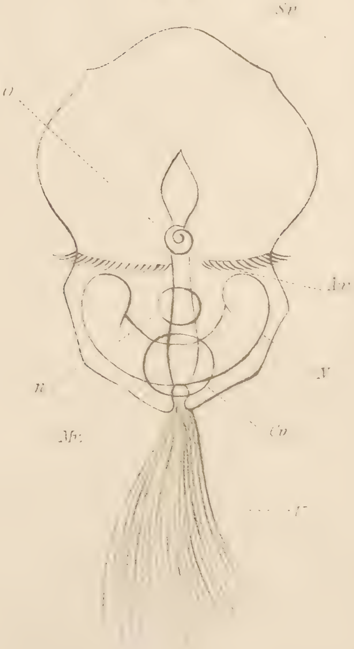


Fig. 13.


Sr
o
Kr
N
n
Cn
Mr
r

Lith.Anst.v. E.A.Funke, Leipzig.

Fig. 3.

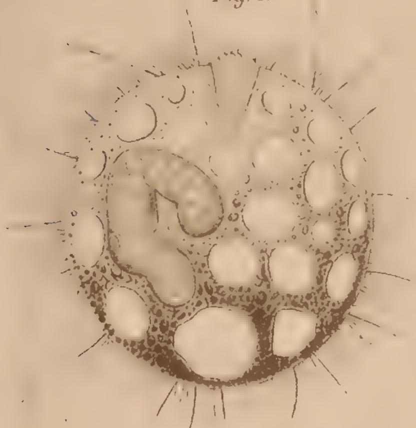


Fig. 4.

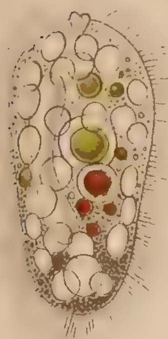


Fig. 5.

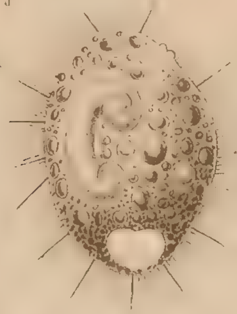


Fig. 6.

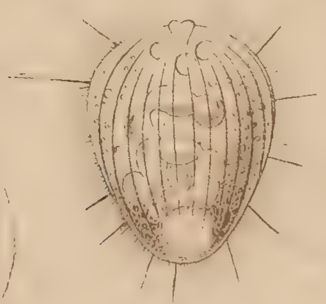


Fig. 7.

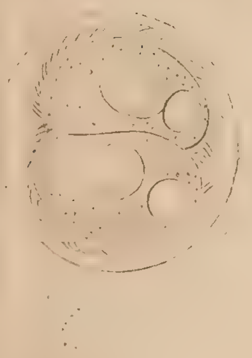


Fig. 1.

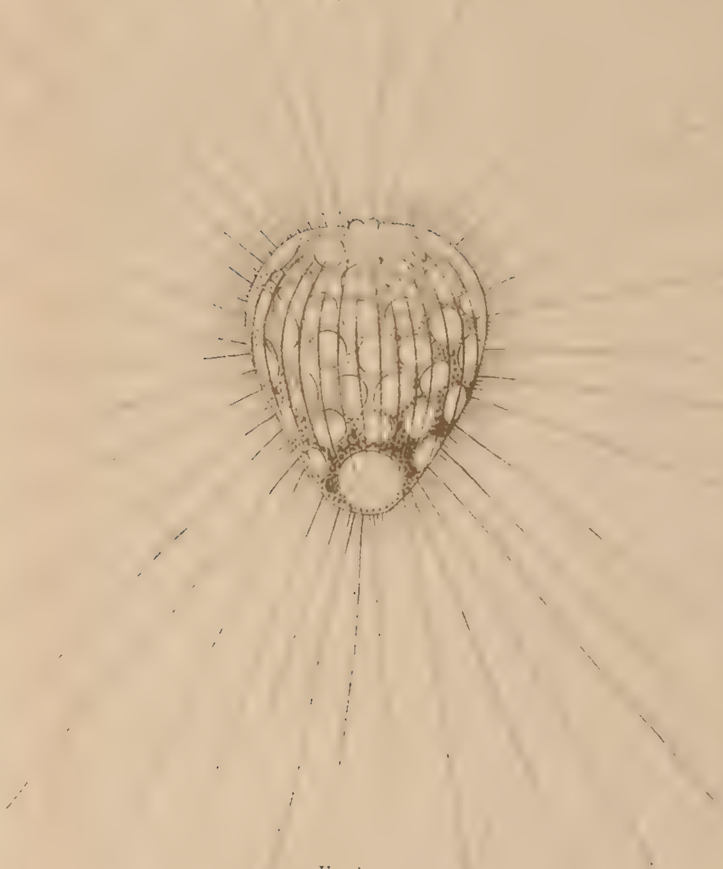


Fig. 2.

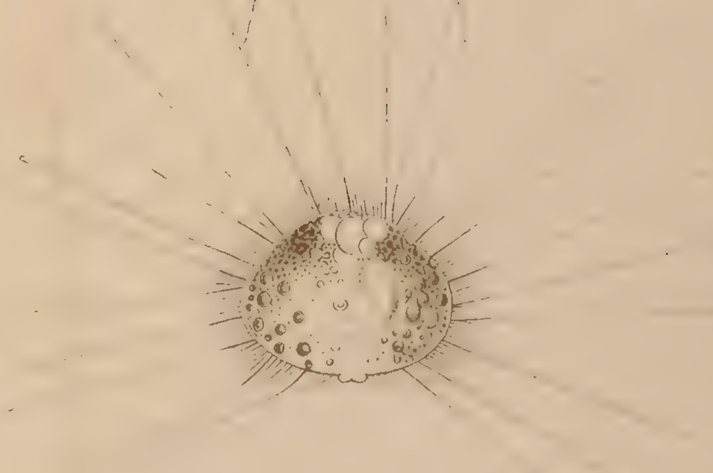


Fig. 8.

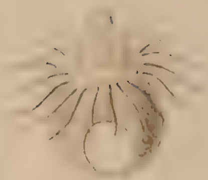


Fig. 9.

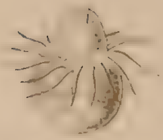


Fig. 10.

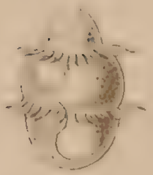


Fig. 11.

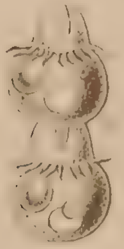


Fig. 14.

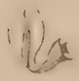


Fig. 12.

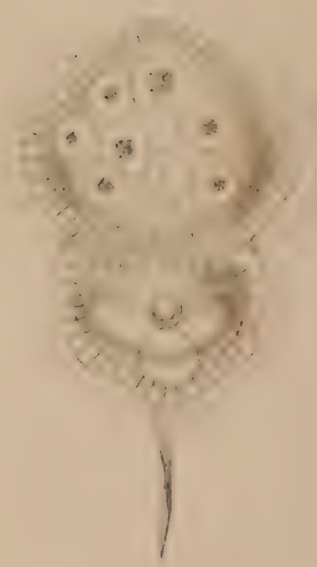
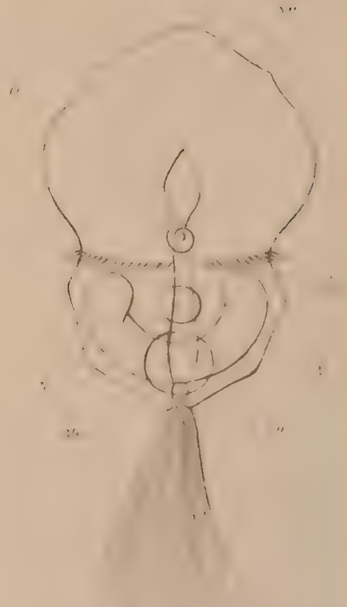


Fig. 13.



Aut. ad nat. del.

Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Fig

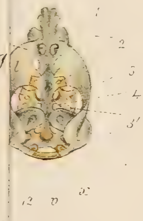
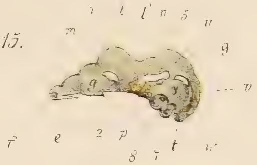
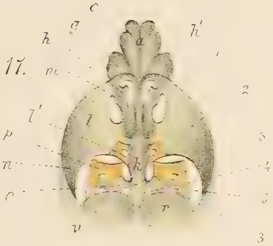

1
2
l
3
4
3'
12
v
x

Fig. 15.


m
l
l'
n
5
v
9
q
v
f
e
2
p
8
7
t
w

f
e
g
1
l
2
3
5
7
v
12
13

Fig. 17.


c
g
h
h'
a
m
2
l'
l
p
k
n
4
o
r
v
3

18.

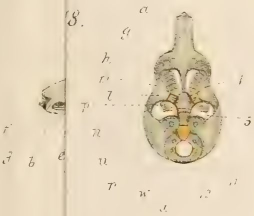

a
g
h
l
p
1
5
n
e
u
r
w
12

Fig. 19.

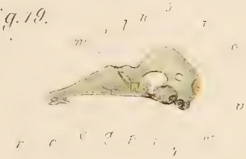
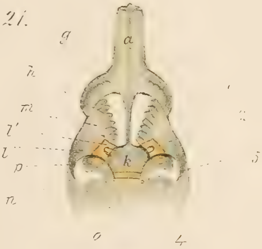


Fig. 21.


g
a
h
m
l'
l
p
k
5
n
o
4

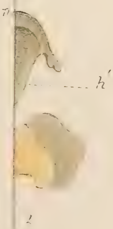


Fig. 22.

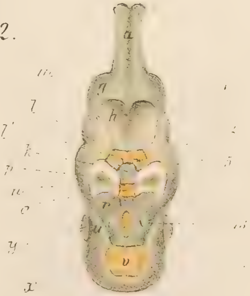

a
m
g
l
h
l'
k
p
5
n
o
r
u
y
v
x

Fig. 1.

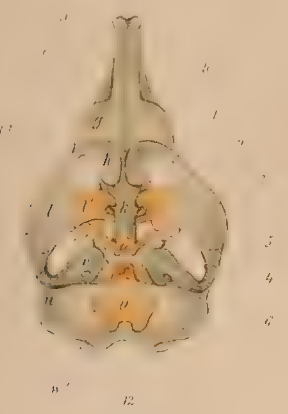


Fig. 2.

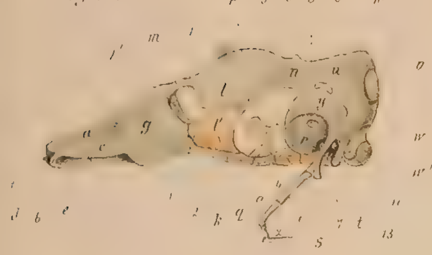


Fig. 3.

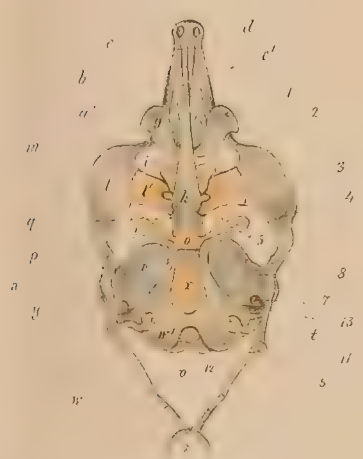


Fig. 4.

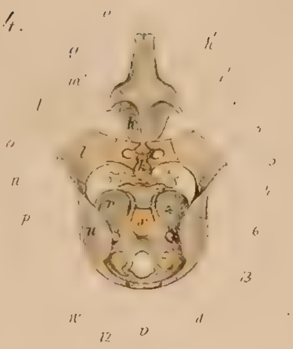


Fig. 5.

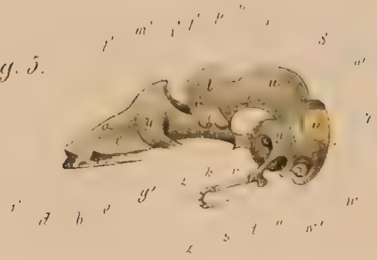


Fig. 6.

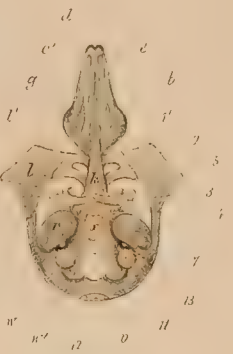


Fig. 7.

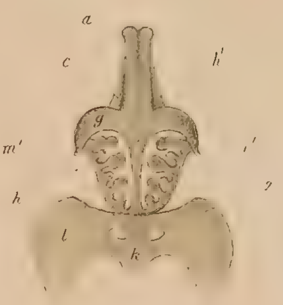


Fig. 8.

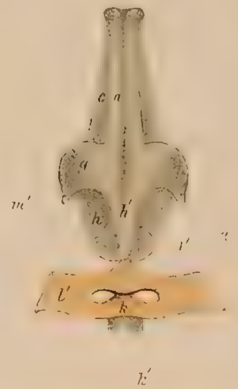


Fig. 9.

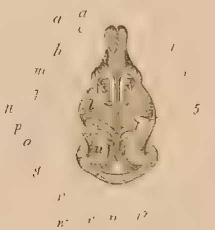


Fig. 10.

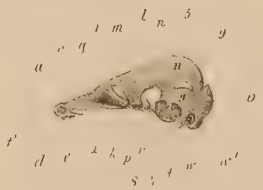


Fig. 11.

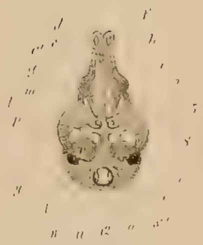


Fig. 12.

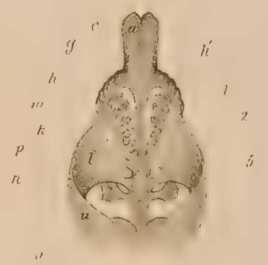


Fig. 13.

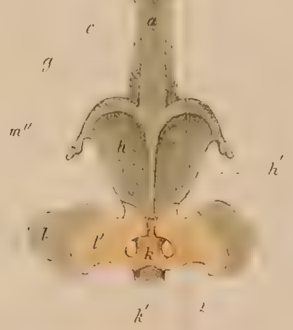


Fig. 14.

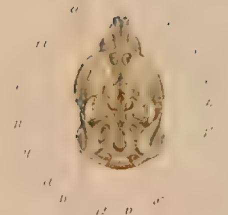


Fig. 15.

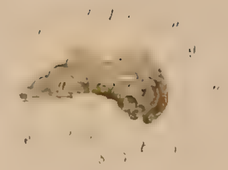


Fig. 16.

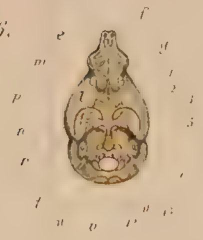


Fig. 17.

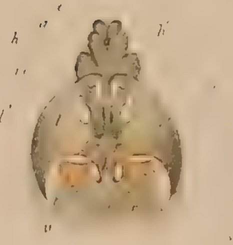


Fig. 18.

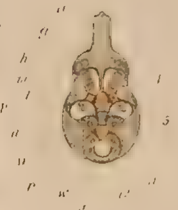


Fig. 19.

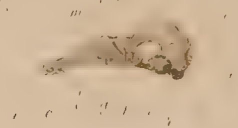


Fig. 20.

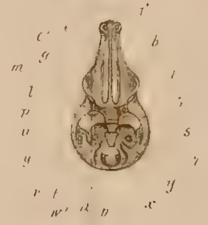


Fig. 21.

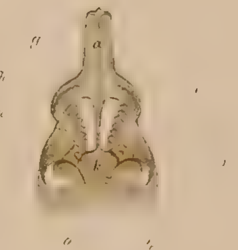
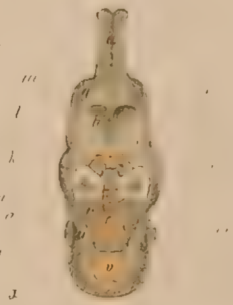
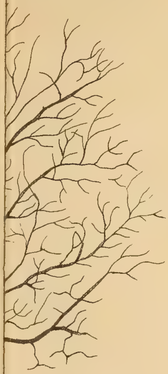


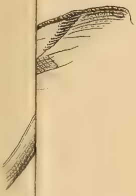
Fig. 22.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Fig.3.





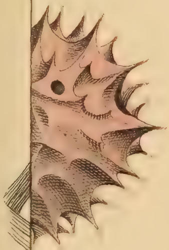


Fig.5.

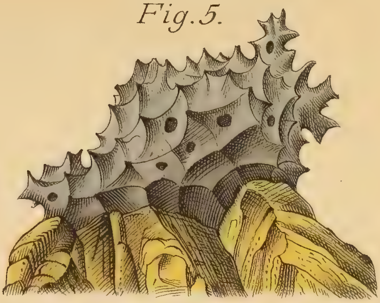


Fig.6.

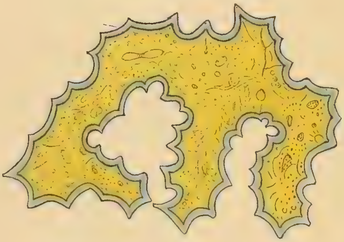
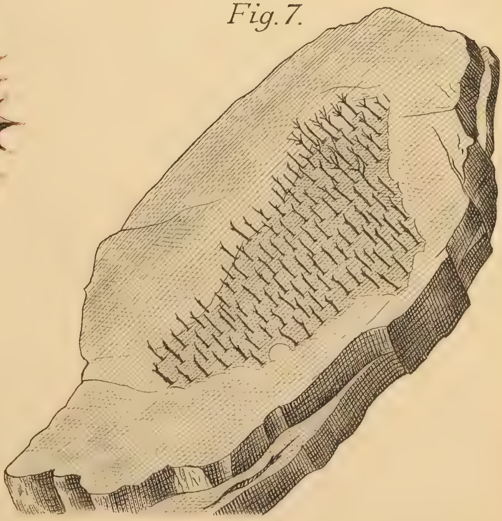


Fig.7.



R.v.Lend

Lith.Anst.v.Werner &Winter, Frankfurt a/M.

Fig. 2a.

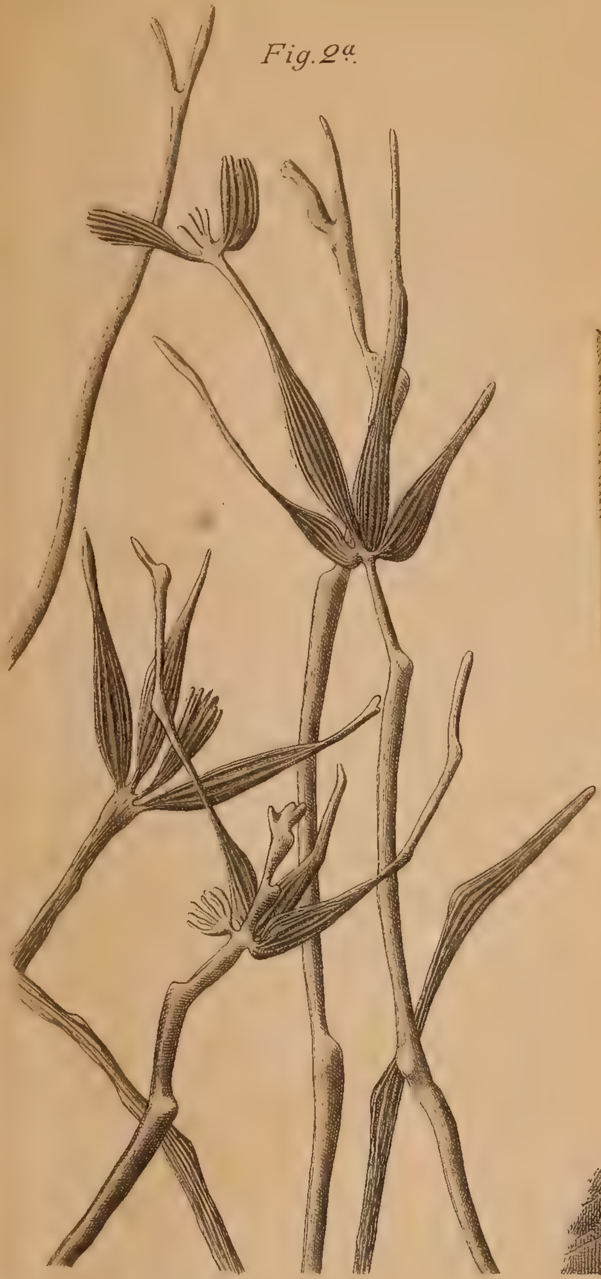


Fig. 1.

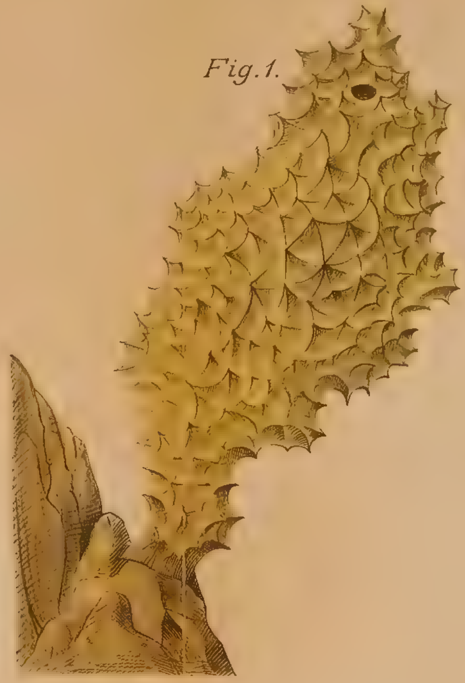


Fig. 3.

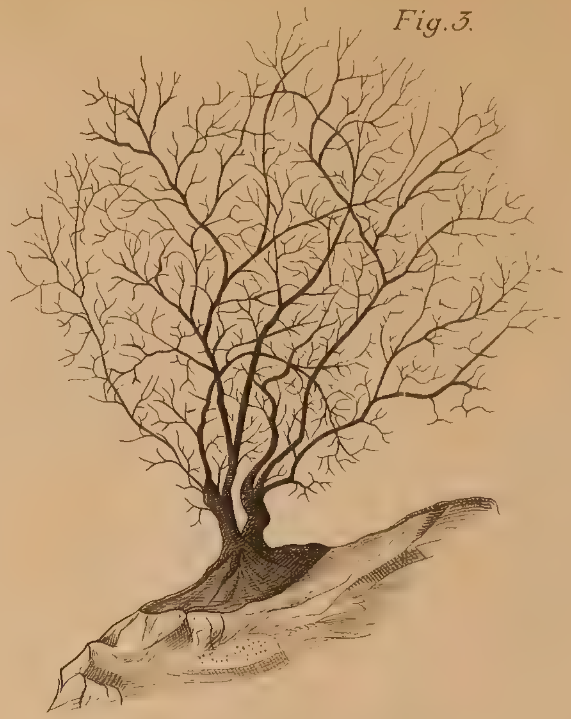


Fig. 5.

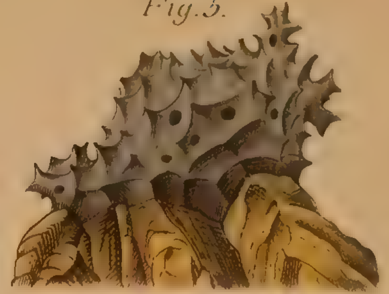


Fig. 6.

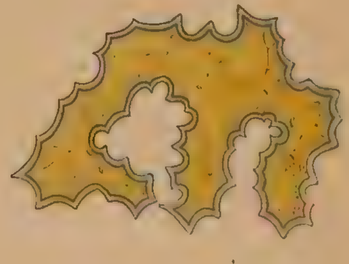


Fig. 2.

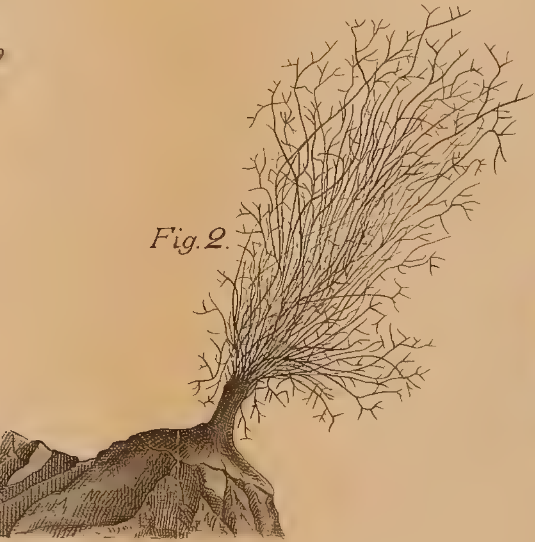


Fig. 4.

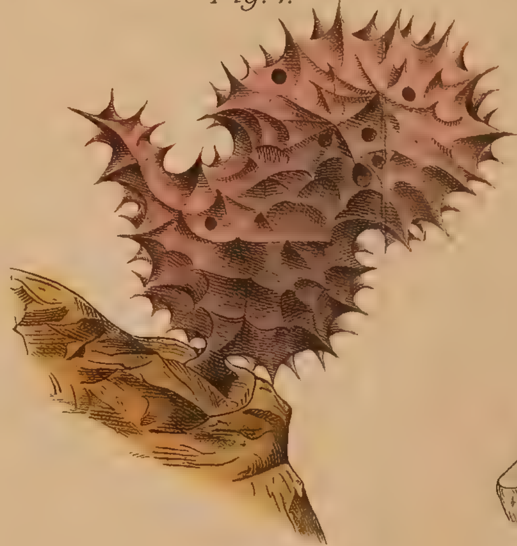
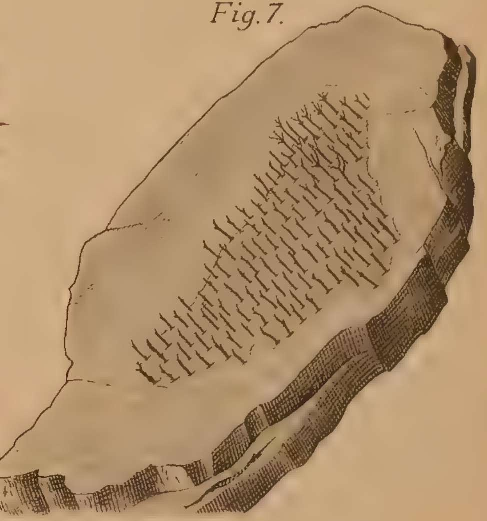


Fig. 7.



R. v. Lendenfeld del.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Taf. XI.

Fig. 12.

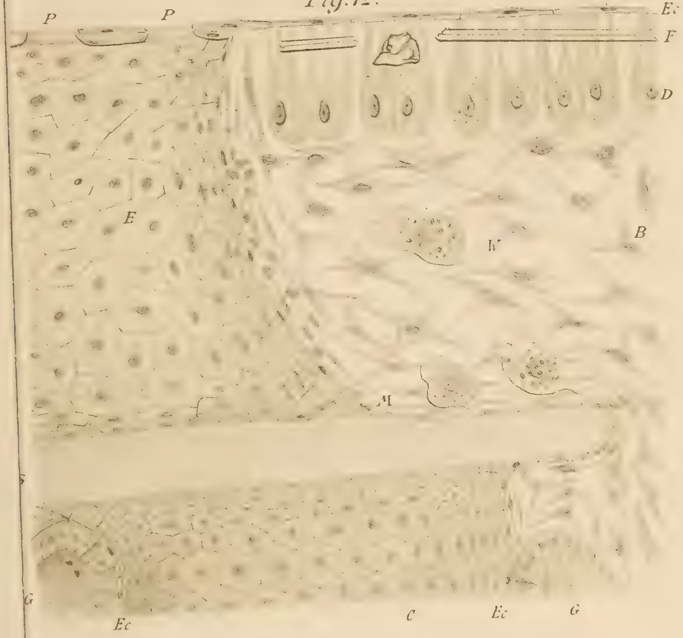
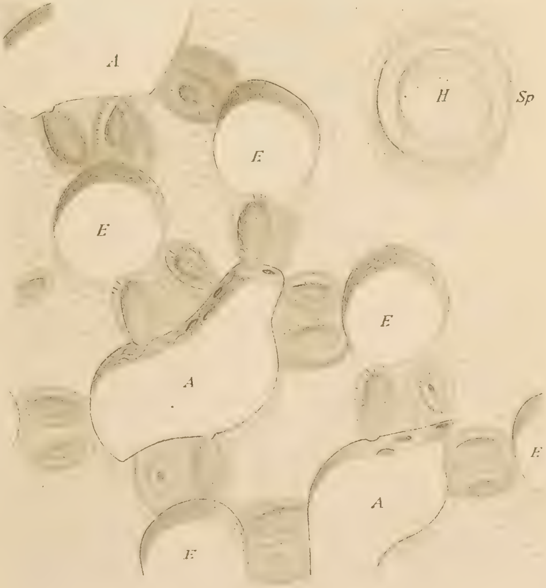

P
P
Ec
F
D
E
W
B
M
S
G
Ec
C
Ec
G

Fig. 15.


A
H
Sp
E
E
E
A
A
E
E

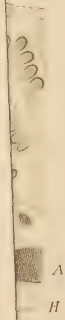


Fig. 8.

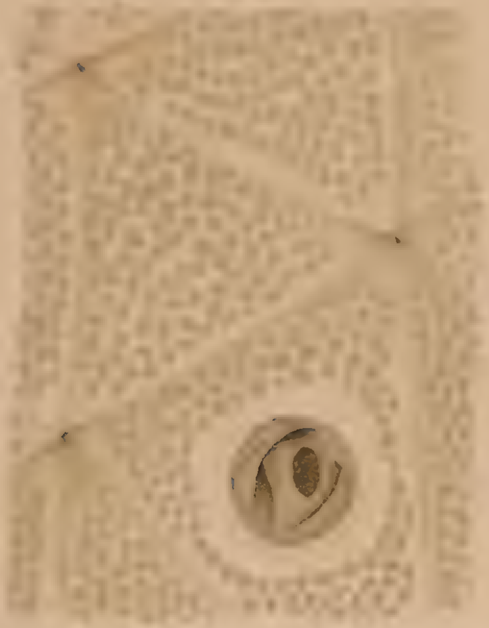


Fig. 9.

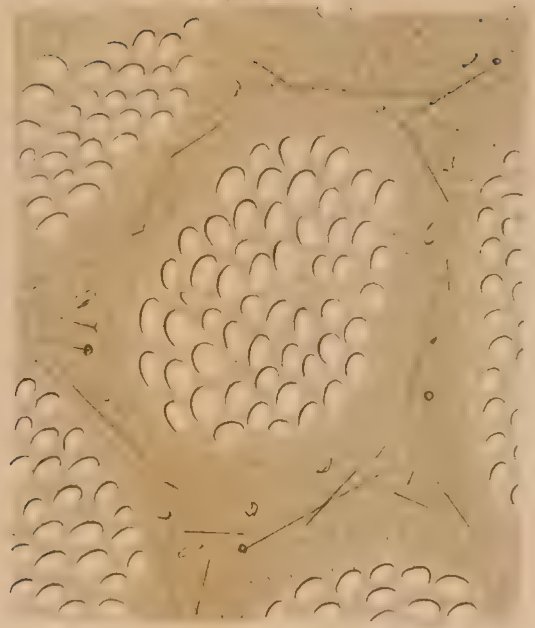


Fig. 10.

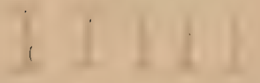


Fig. 11.

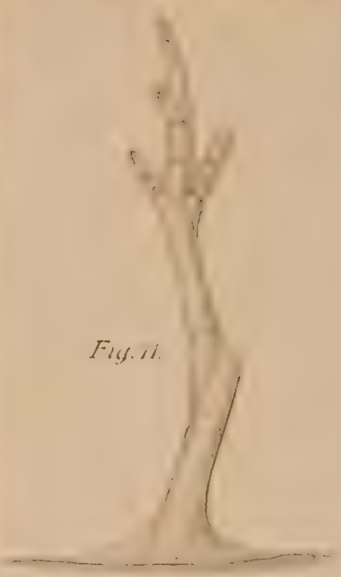


Fig. 12.

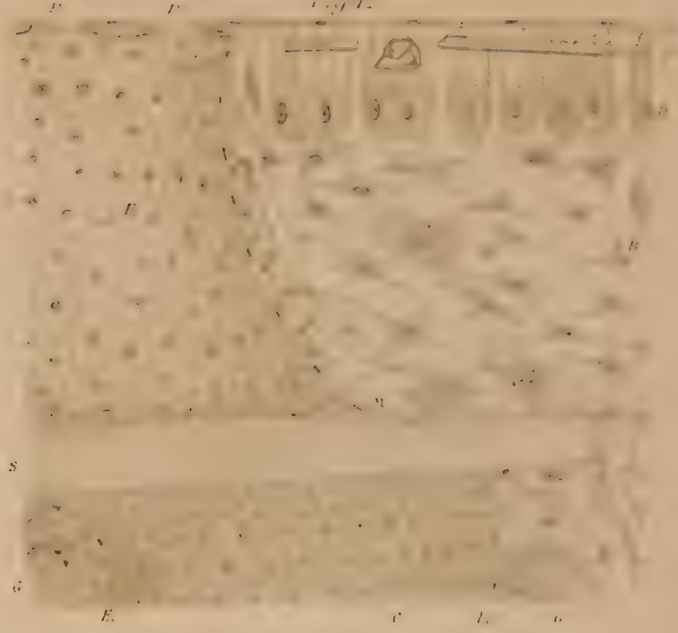

F
F
E
B
S
G
E
C
L
G

Fig. 13.

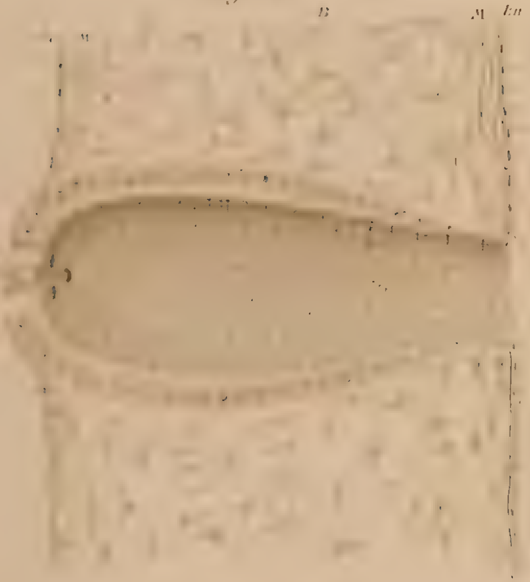


Fig. 14.

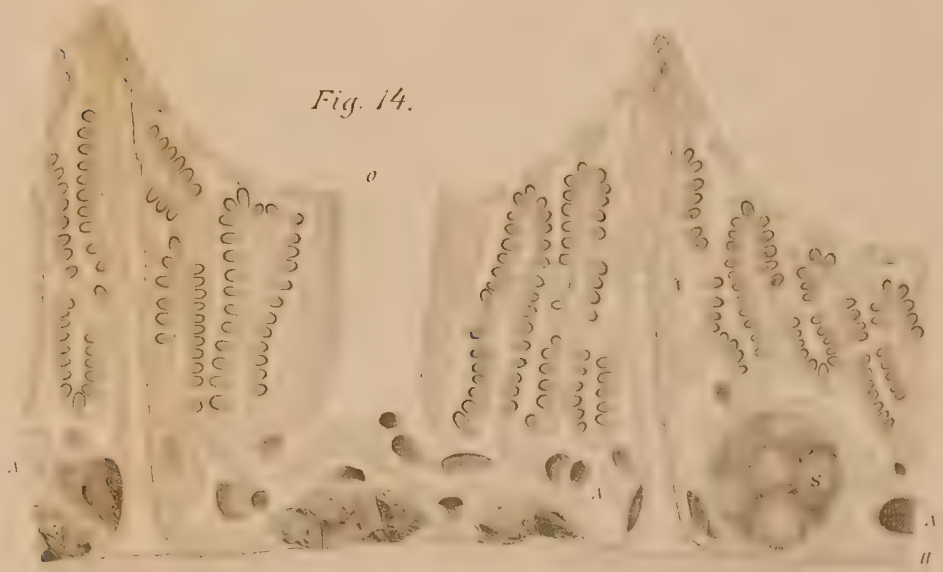


Fig. 15.

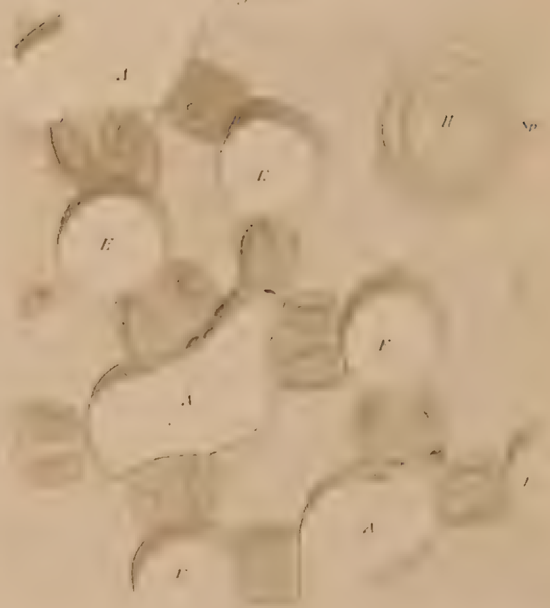

A
E
H
Sp
E
F
A
A
F
I

Fig. 18.

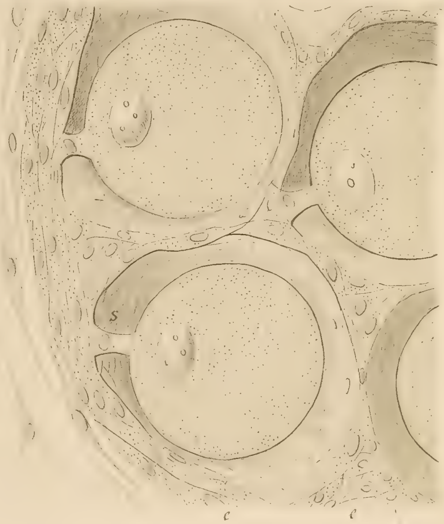
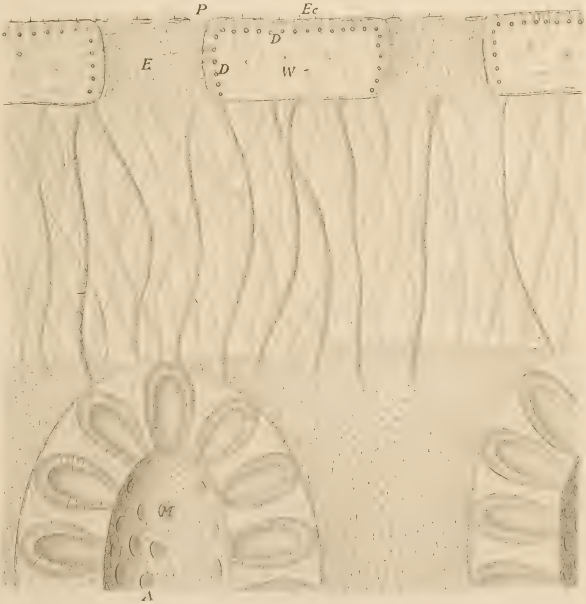


Fig. 23.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Fig. 16.

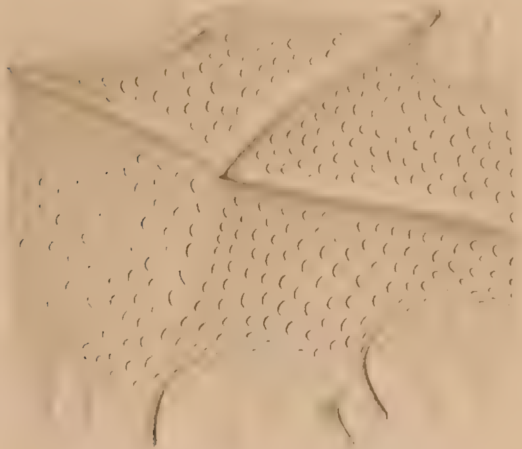


Fig. 17.

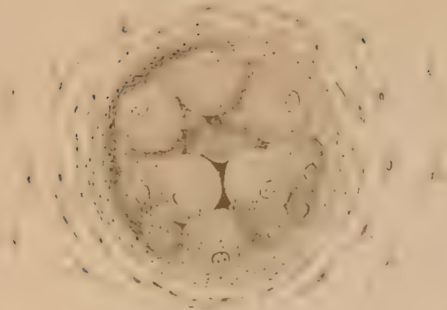


Fig. 18.

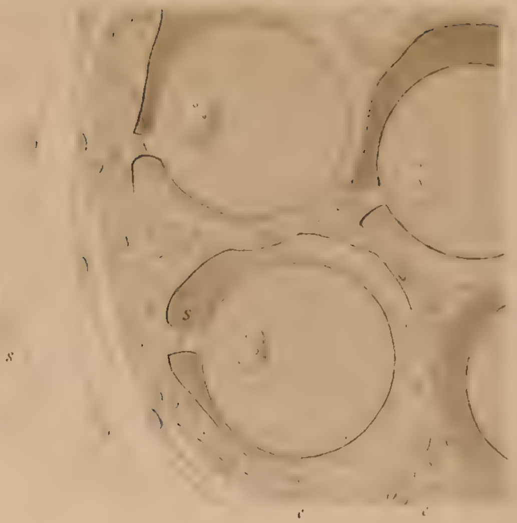


Fig. 19.

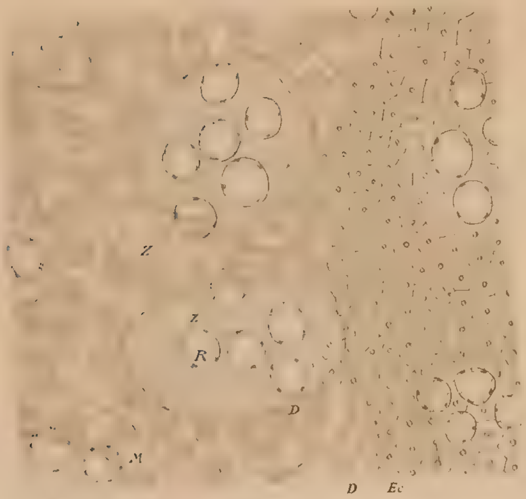
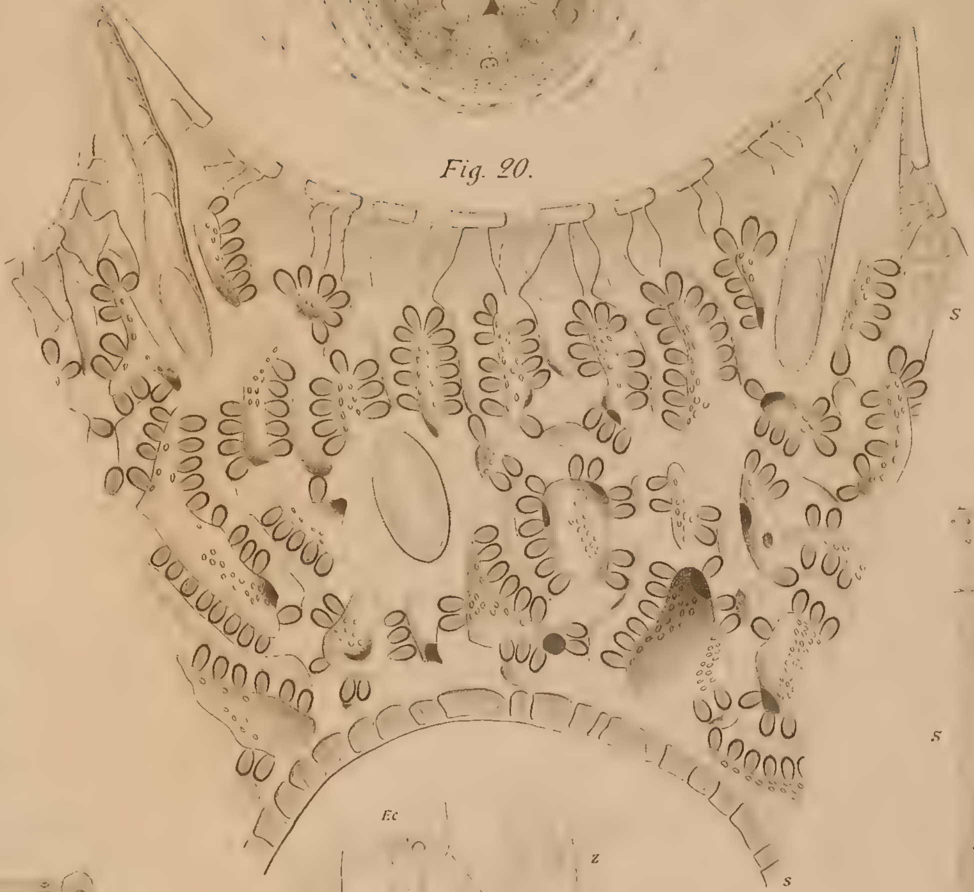


Fig. 20.



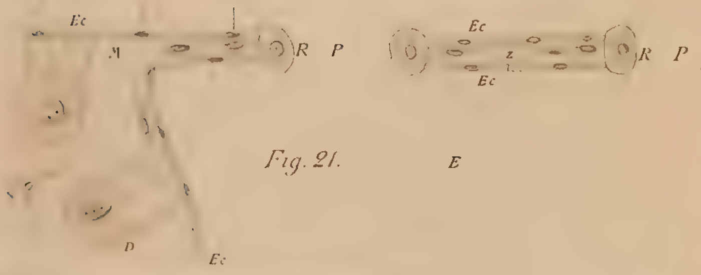

Ec
M
R
P
Ec
z
Ec
R
P
E
D
Ec

Fig. 21.

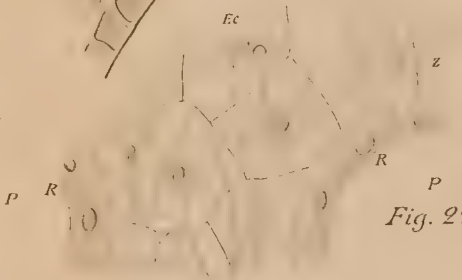
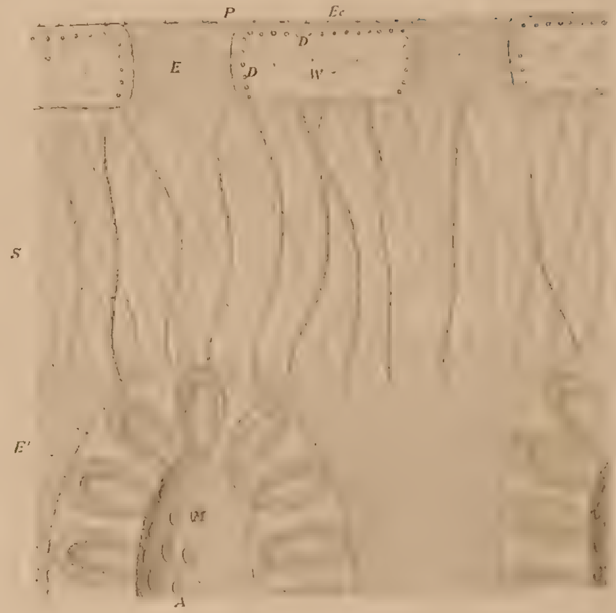


Fig. 22.

Fig. 23.


P
Ec
D
D
W
E
S
E'
M
A

R.v.Lendenfeld del.
Verl.v. Wilh. Engelmann, Leipzig.
Lith.Anst.v.Werner & Winter, Frankfurt a/M.

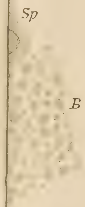


Fig. 28.

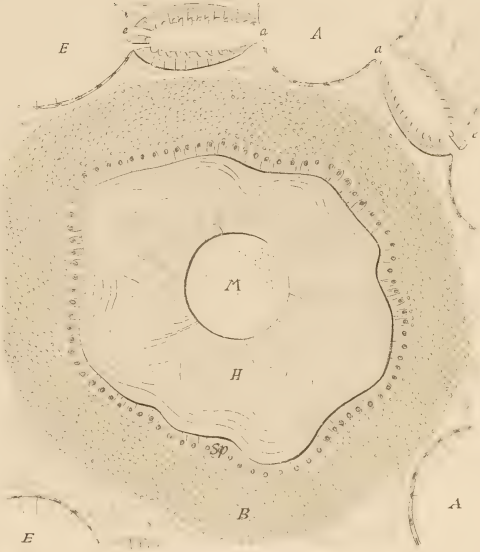

e
a
A
a
E
E
M
H
S
Sp
B
A
E

Fig. 27.

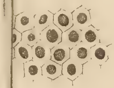


Fig. 34.

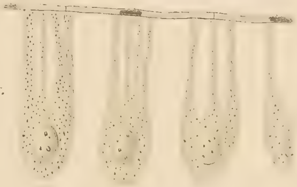
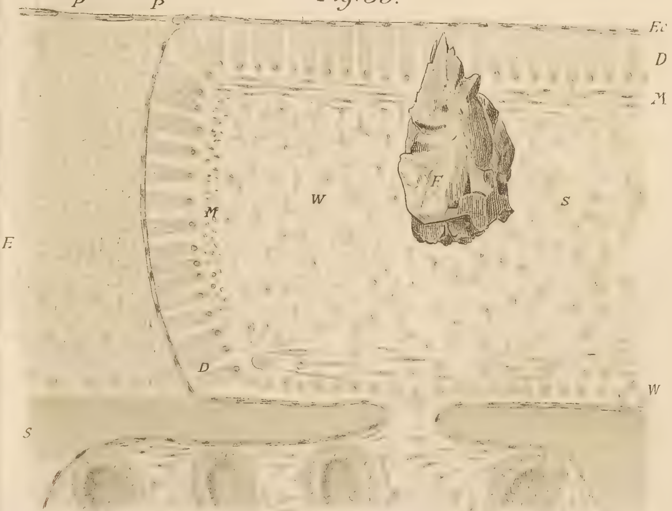


Fig. 35.


P
P
Ec
D
M
F
W
S
M
E
D
W
S
Ec
Ec

Lith Anst v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Fig. 24.

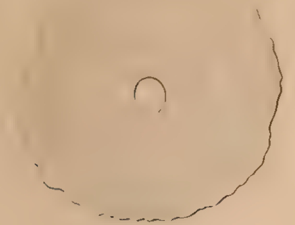


Fig. 29.

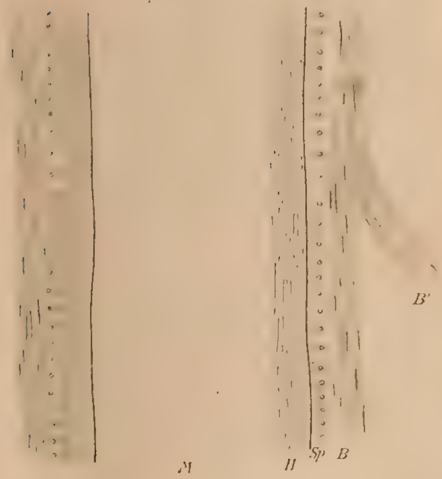


Fig. 30.

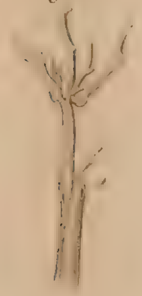


Fig. 31.

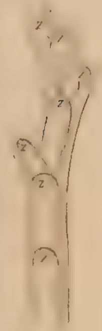


Fig. 32.

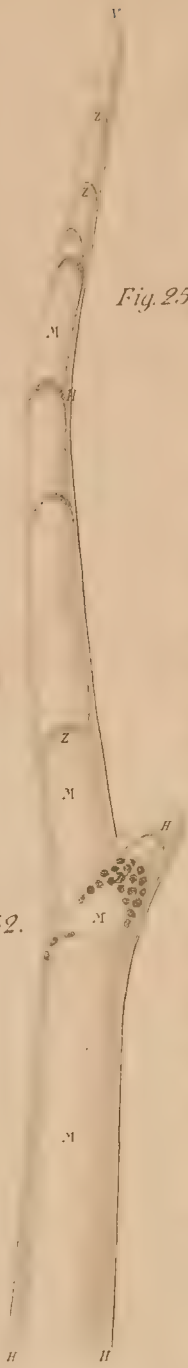

V
Z
Z
M
H
Z
M
H
M
M
H
H

Fig. 25.

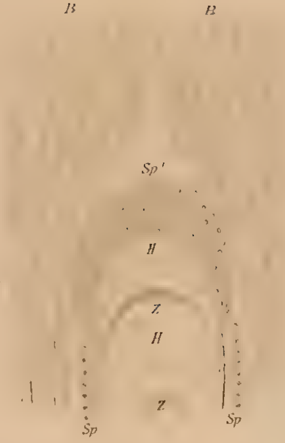

B
B
Sp'
H
Z
H
Z
Sp
Sp

Fig. 26.

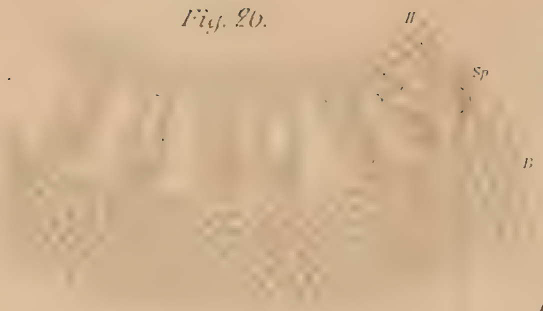


Fig. 27.

Fig. 28.

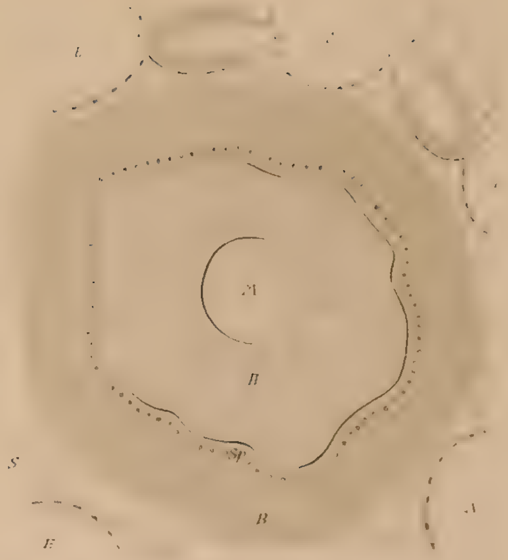


Fig. 33.

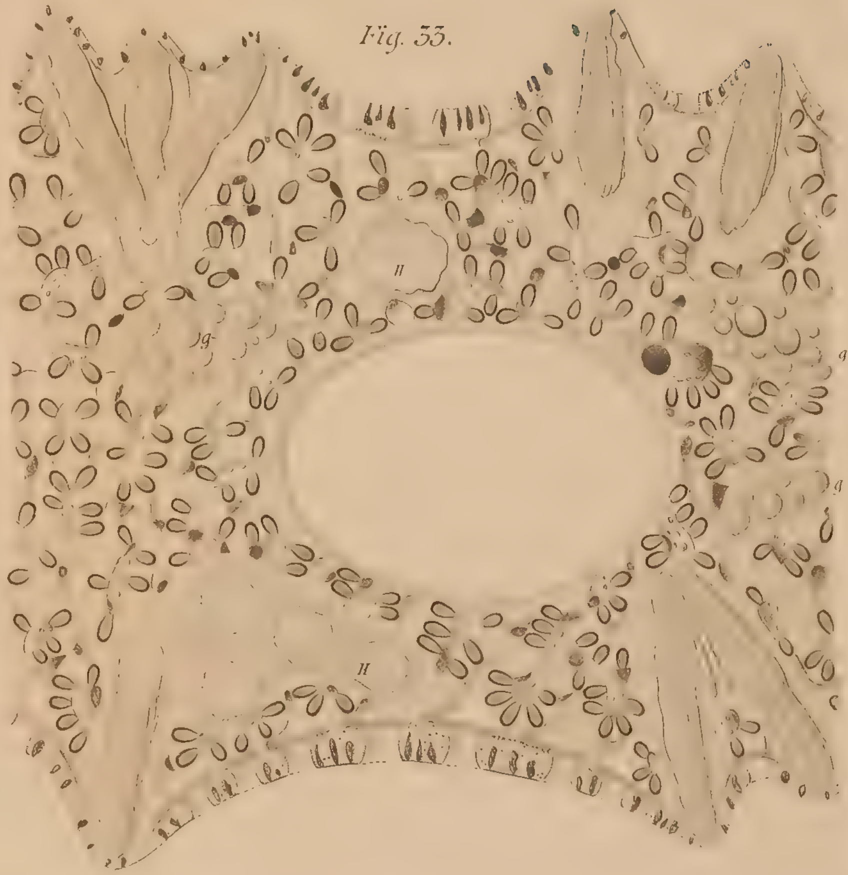


Fig. 34.

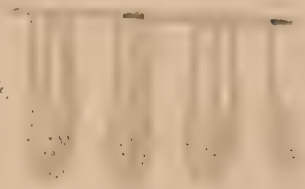
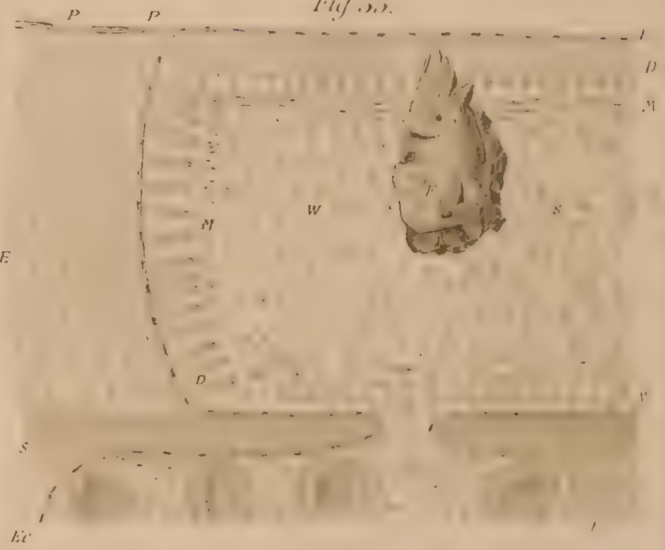


Fig. 35.


P
P
I
D
M
M
W
F
S
E
D
F
S
Ec
I

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt M.

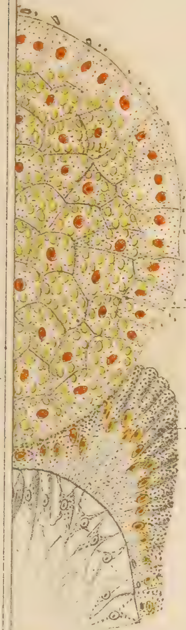


Fig 4

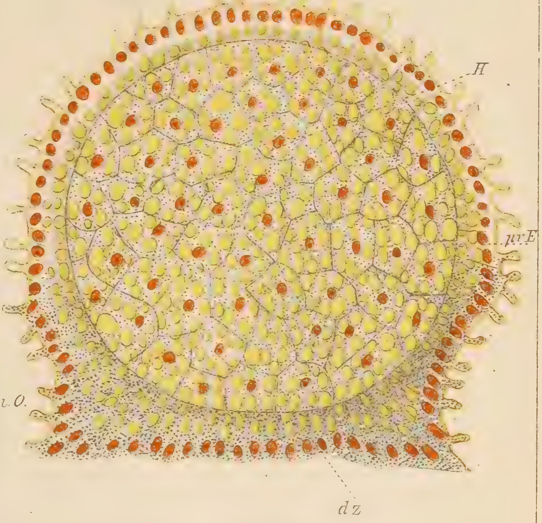
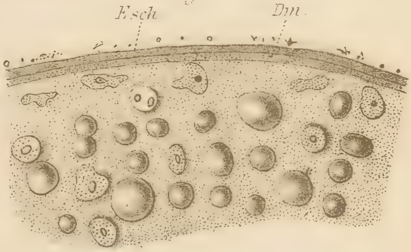


Fig. 13.



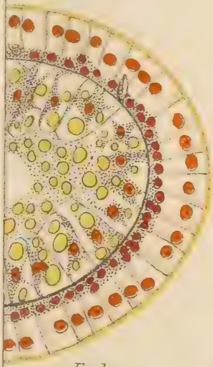
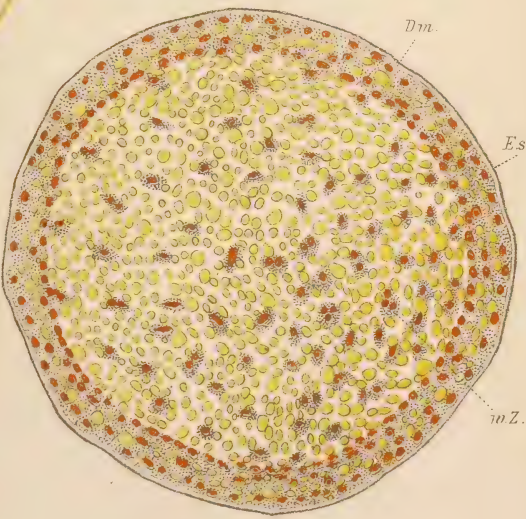
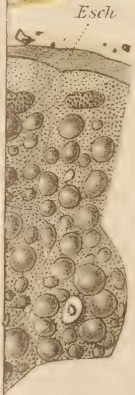


Fig. 14.





Lith. Anst. v. E.A. Funke, Leipzig.

Fig. 1.

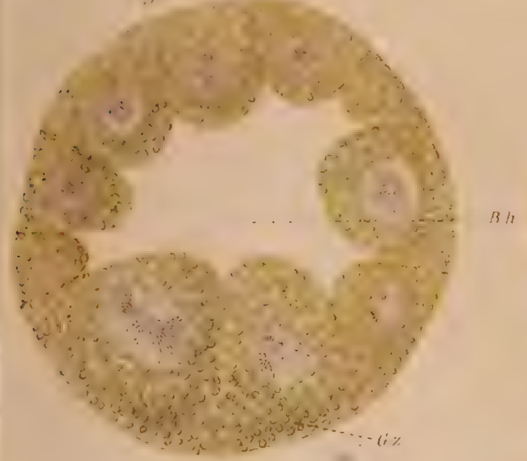


Fig. 2.

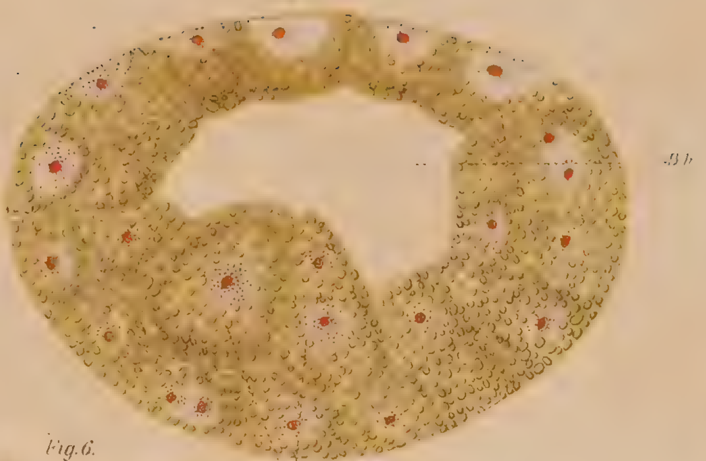


Fig. 3.

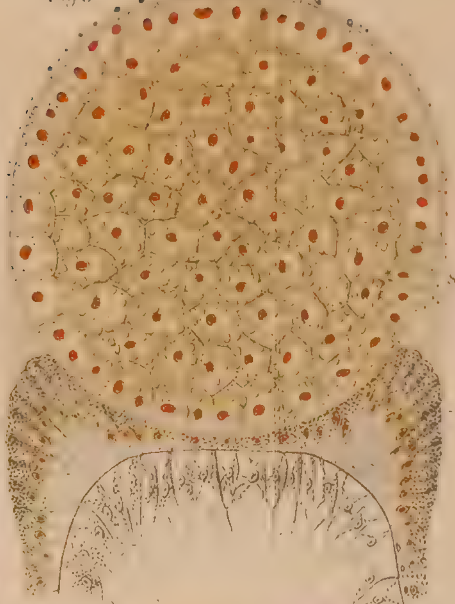


Fig. 4.

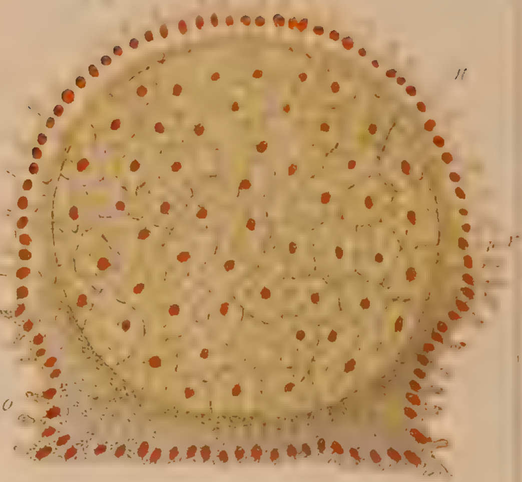


Fig. 5.

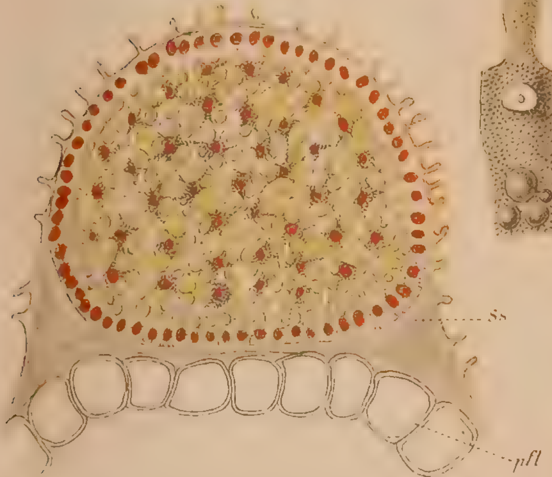


Fig. 6.

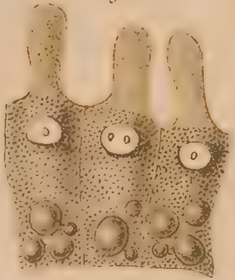


Fig. 7.

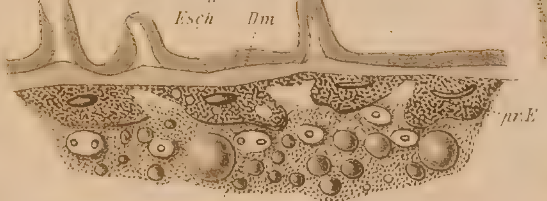


Fig. 8.

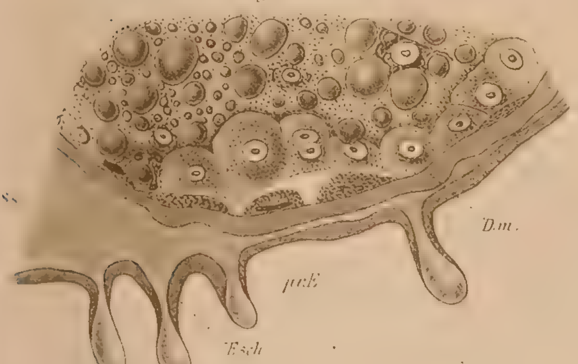

Ss
Dm.
pr.E
Esch

Fig. 9.

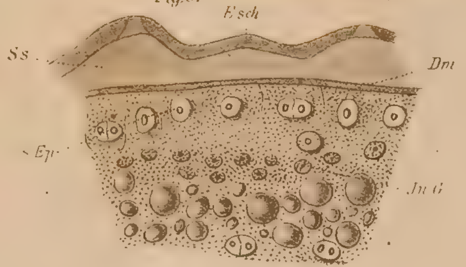

Esch
Ss
Dm
Ep
Jn G

Fig. 10.

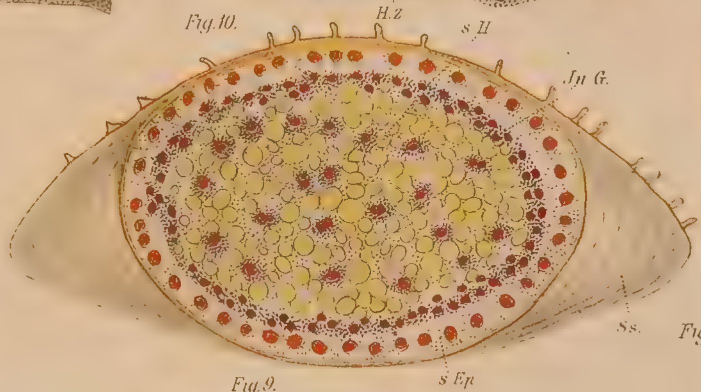

H.z
s H
Jn G.
Ss.
s Ep

Fig. 11.

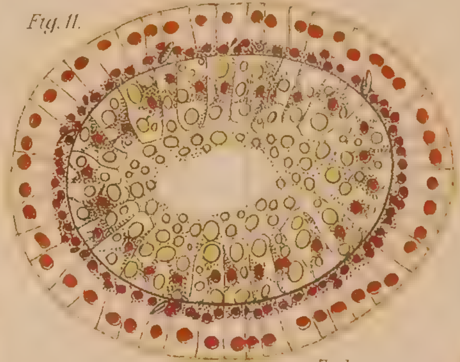


Fig. 12.

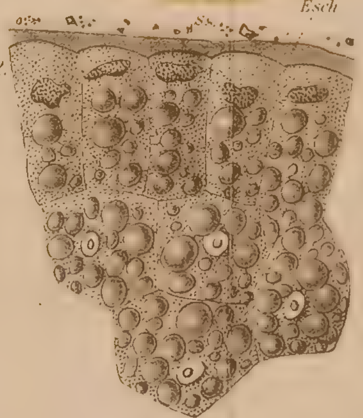


Fig. 13.

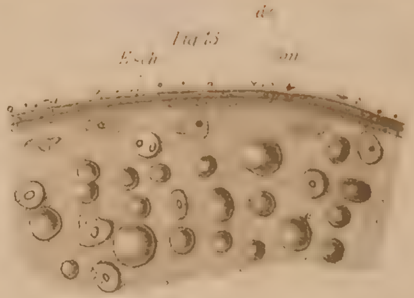
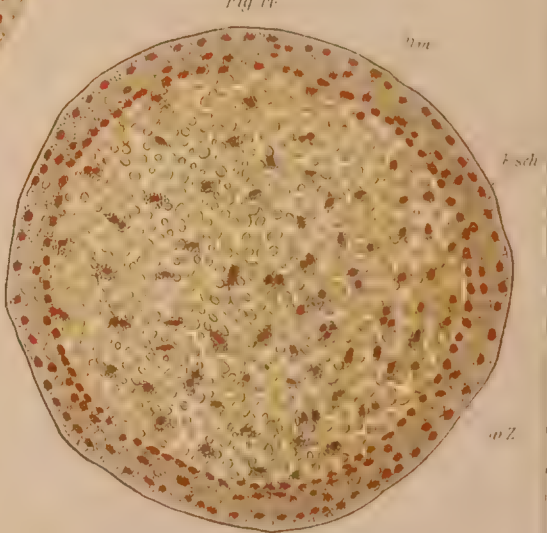


Fig. 14.

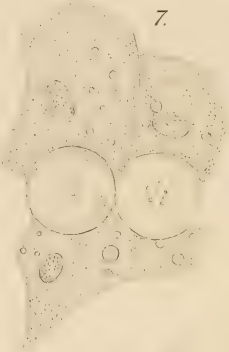


Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

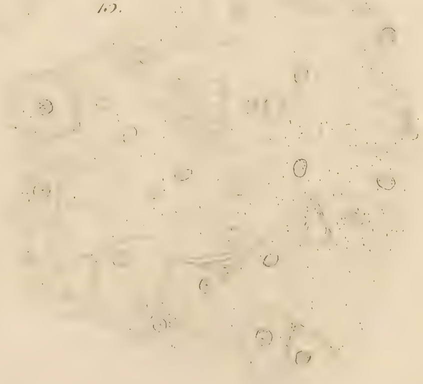
6.

7.

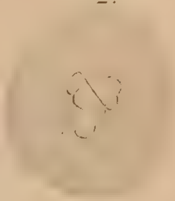


11.

15.

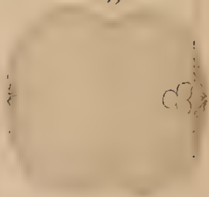


1.


2.

3.

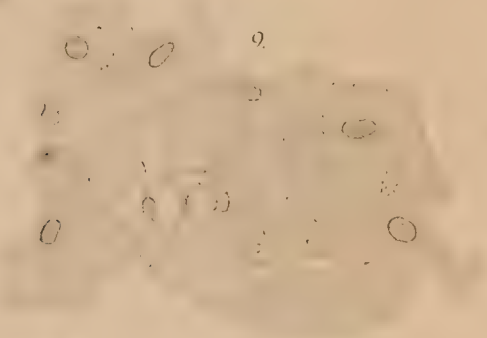
4.


5.

6.

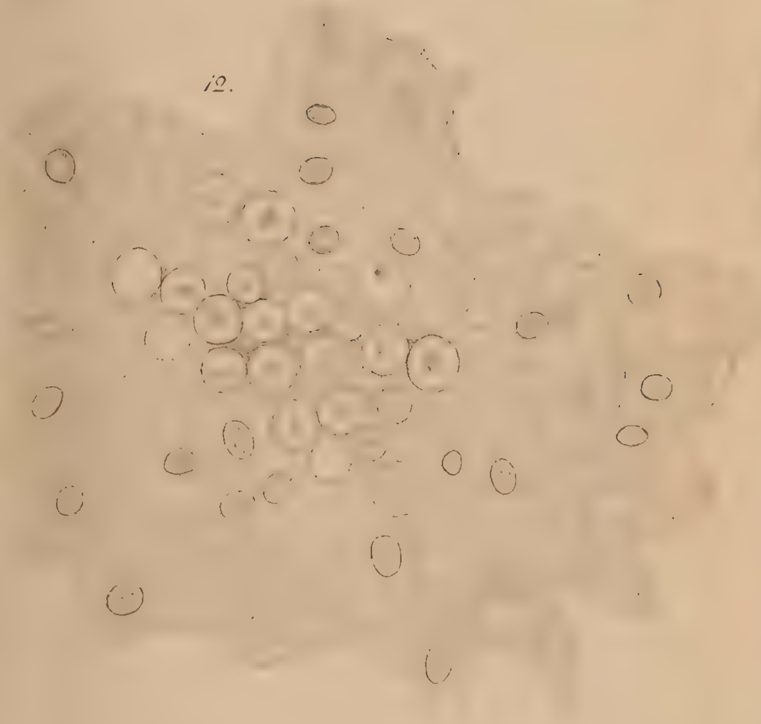
7.

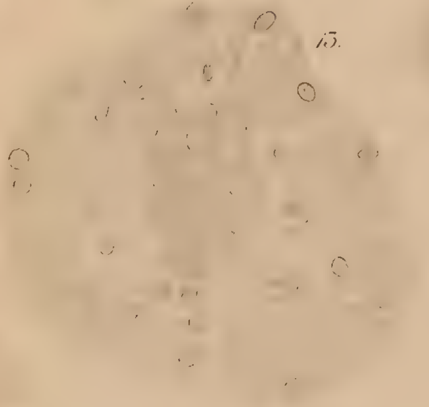
8.

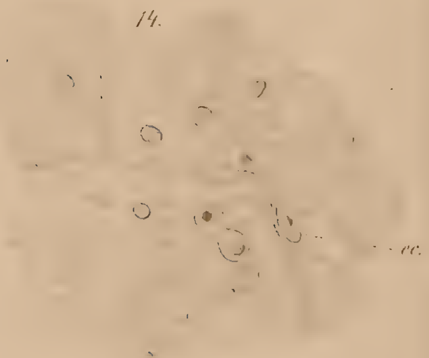

9.

10.

11.


12.

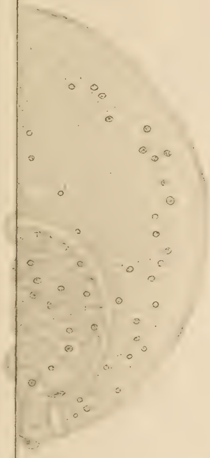

13.


14.

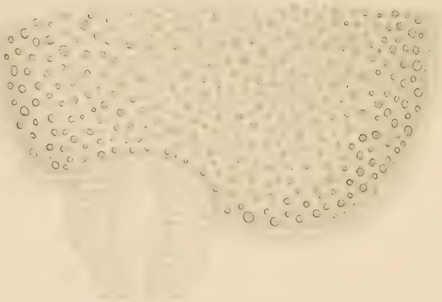
15.

W. Engelmann, Leipzig.

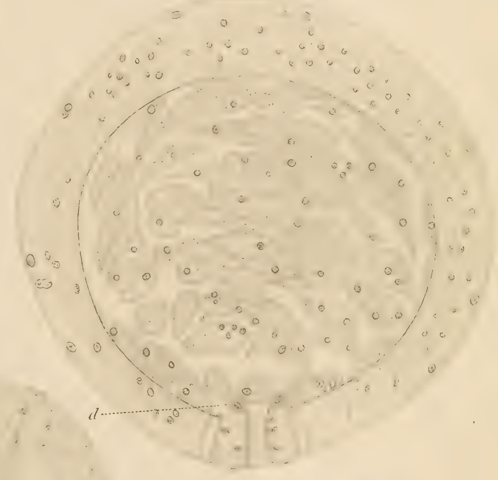
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt ⁰/M.



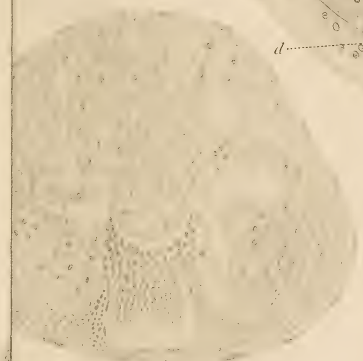
21.

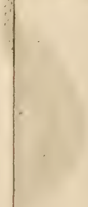


22.

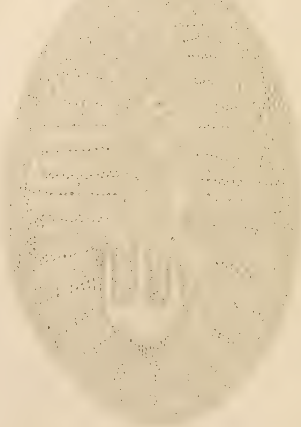


30.



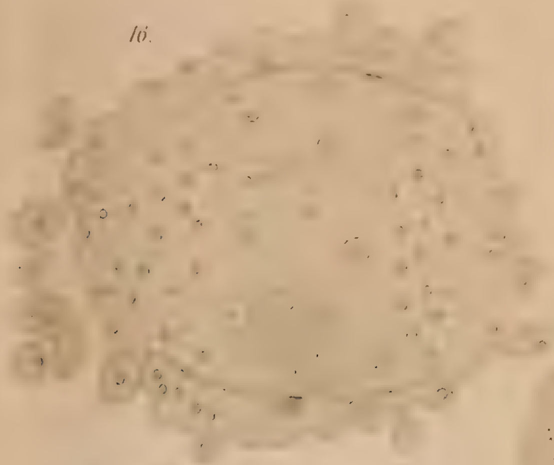


31.

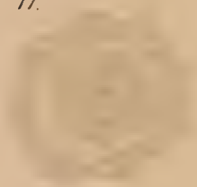


Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

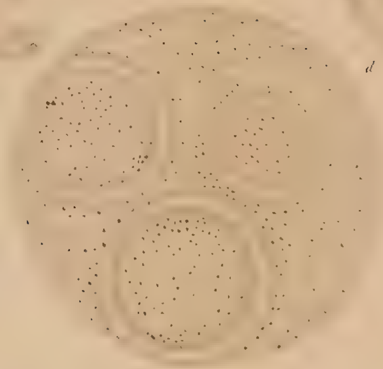
16.



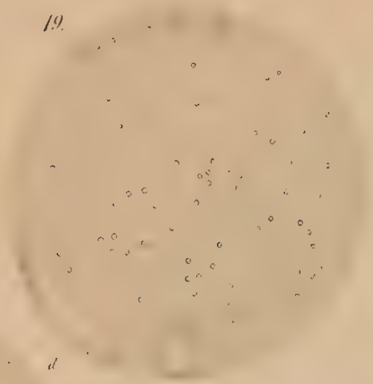
17.



18.



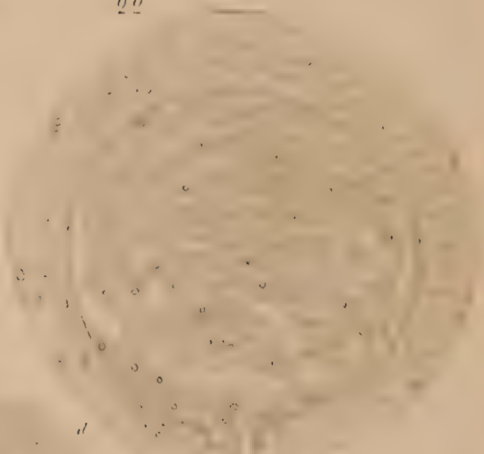
19.



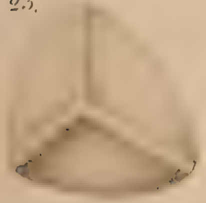
20.

21.

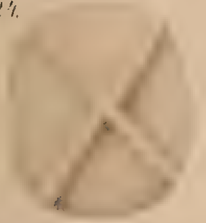
22.



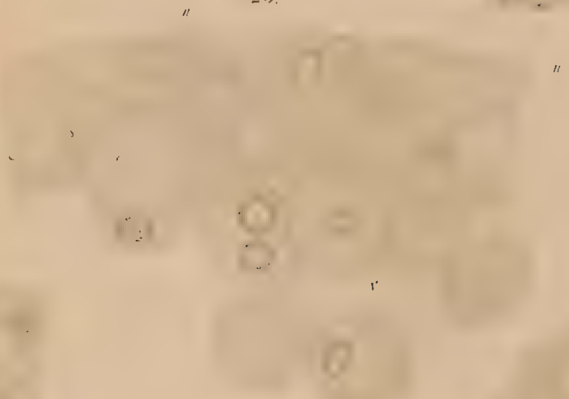
23.



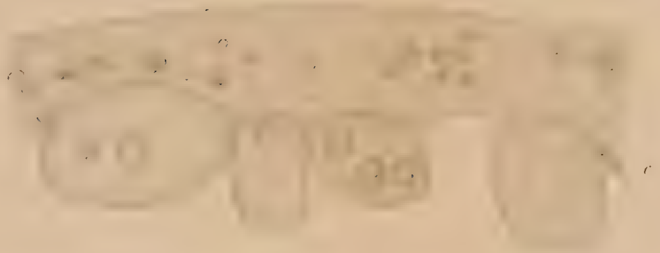
24.



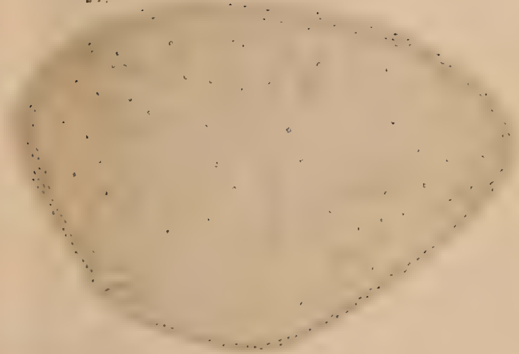
25.



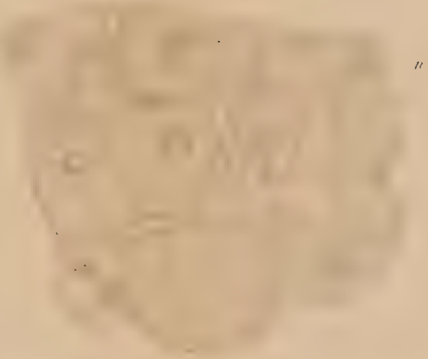
26.



27.



28.



29.

30.

31.

Verl. v. Wilh. Engelmann Leipzig

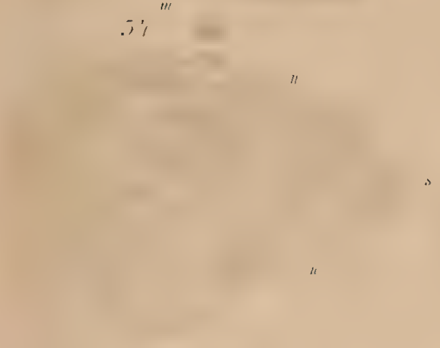
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

K

32.

33.

34.

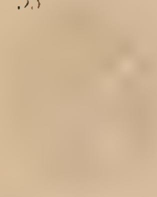


36.

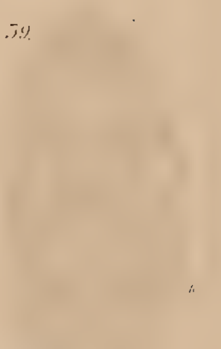
37.

35.

38.

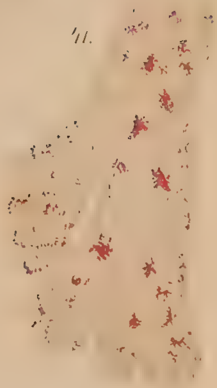


39.

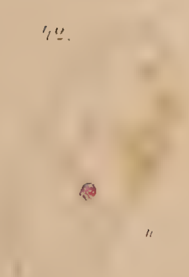


40.

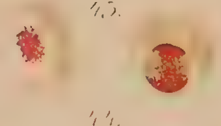
41.



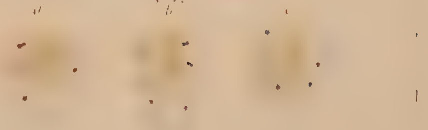
42.



43.



44.



Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

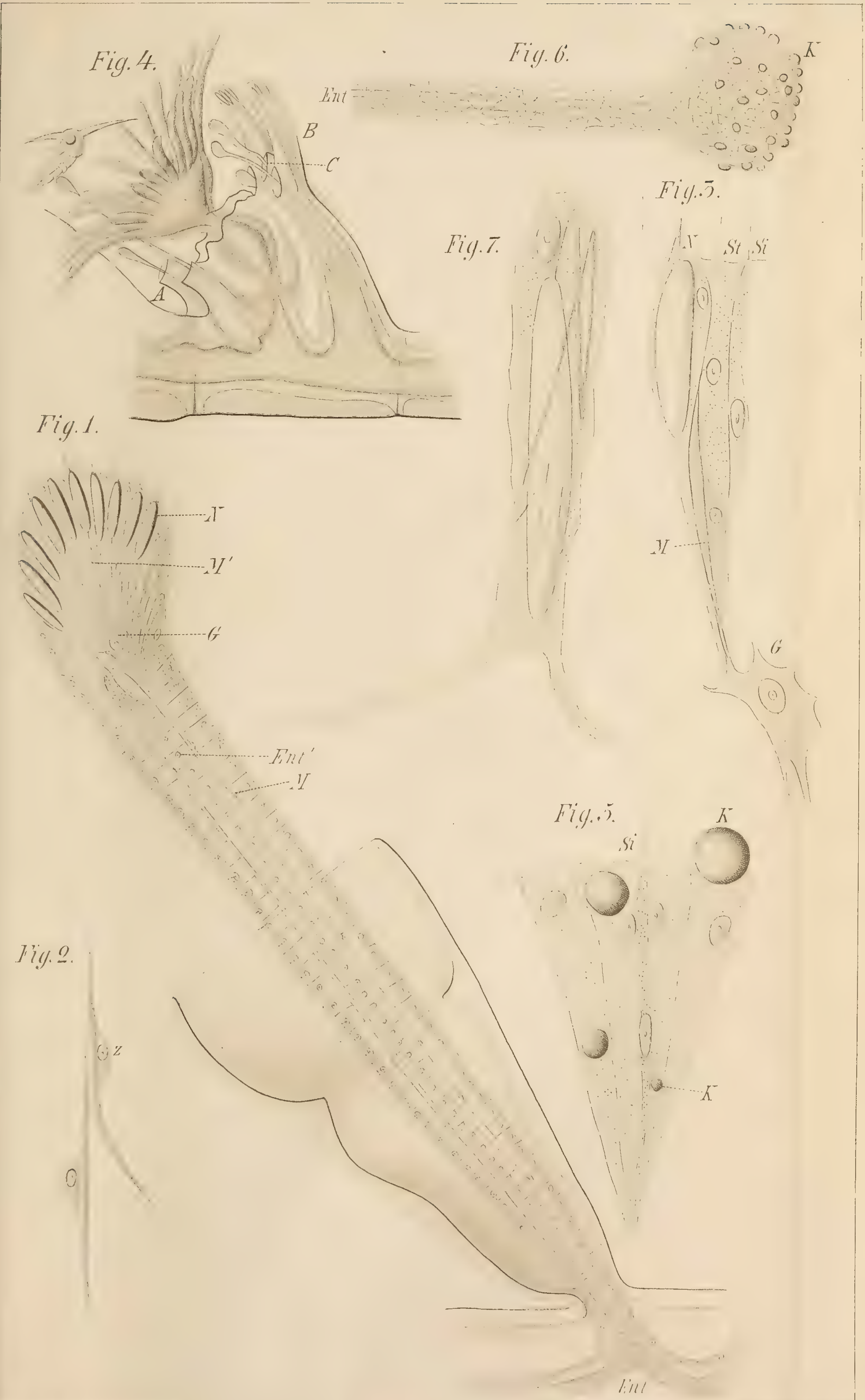


Fig. 4.
B
C
A
Fig. 6.
Ent
K
Fig. 3.
N
St
Si
M
G
Fig. 7.
Fig. 1.
N
M'
G
Ent'
M
Fig. 2.
z
Fig. 5.
Si
K
K
Ent

[illegible] del. Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt ⁰/M.

Fig. 10.

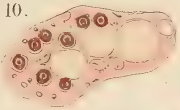


Fig. 9a

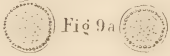


Fig. 9.

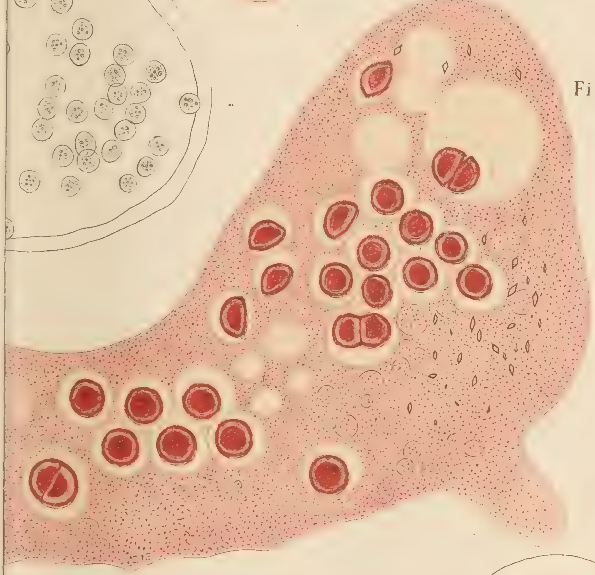


Fig. 18.

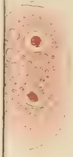


Fig. 19.

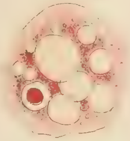


Fig. 11.

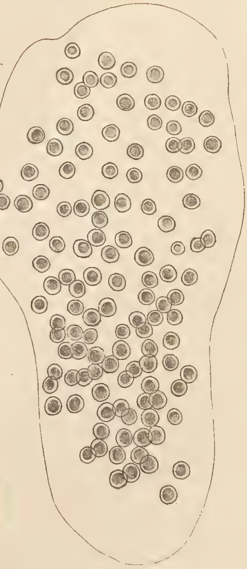


Fig. 16.

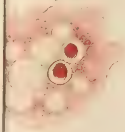


Fig. 20.

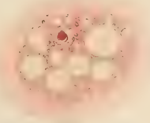


Fig. 5.

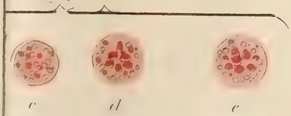


Fig. 6.

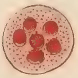


Fig. 1.

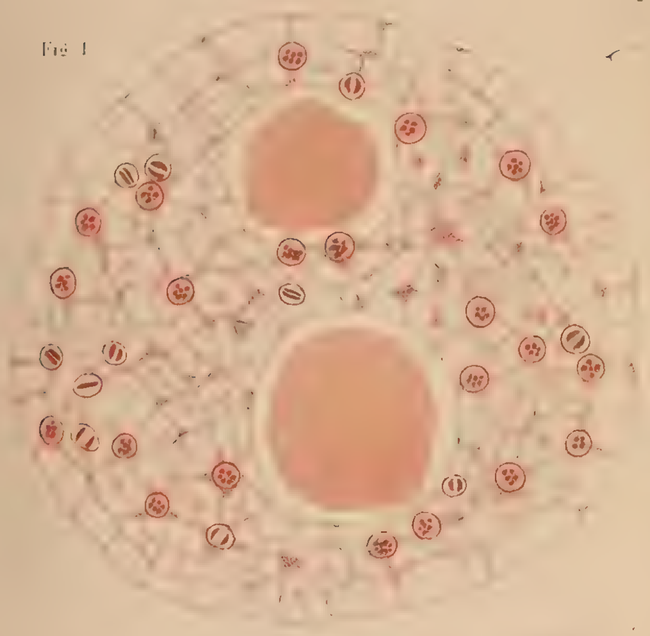


Fig. 3.

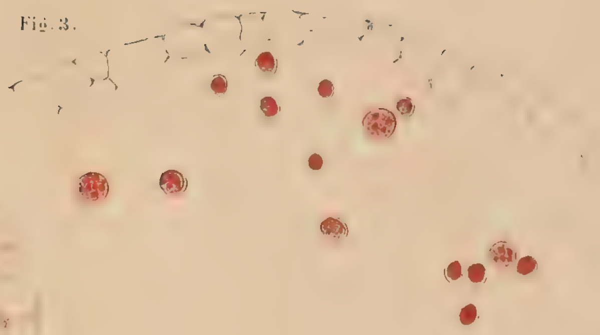


Fig. 2.

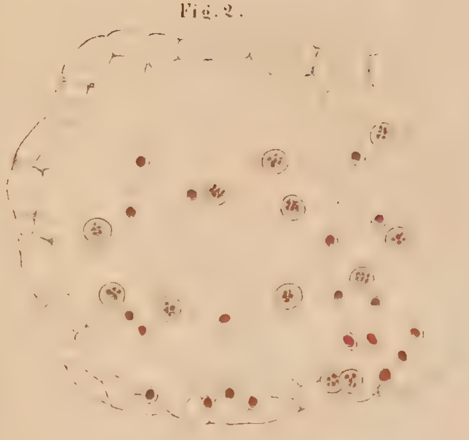


Fig. 8.

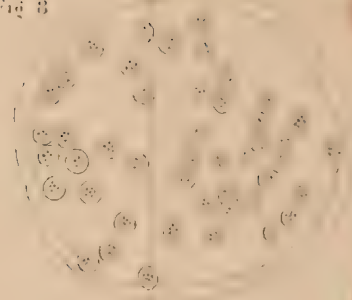


Fig. 10.

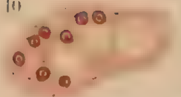


Fig. 9.

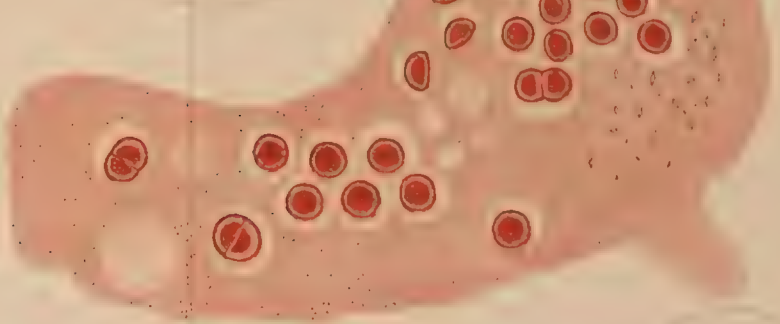


Fig. 7.

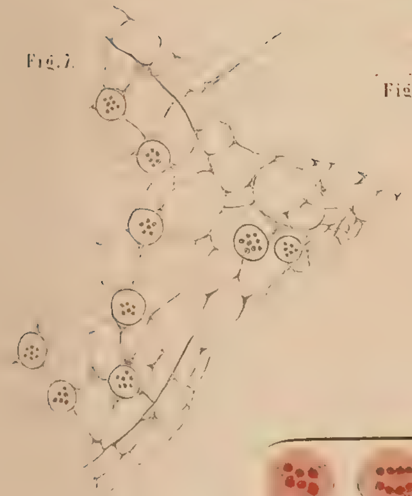


Fig. 12.

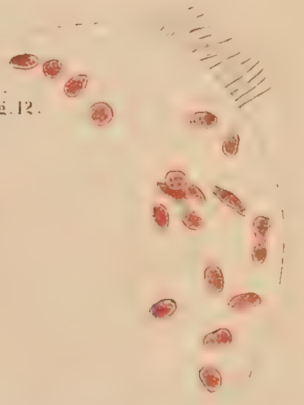


Fig. 13.

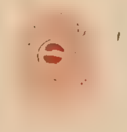


Fig. 14.

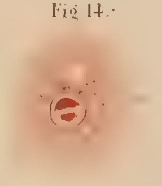


Fig. 15.

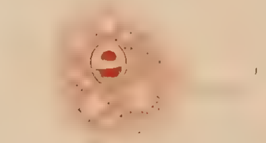


Fig. 17.

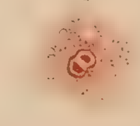


Fig. 18.

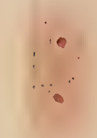


Fig. 19.

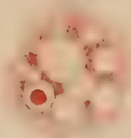


Fig. 16.

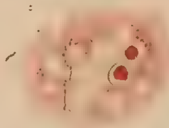


Fig. 20.

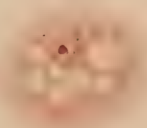


Fig. 11.

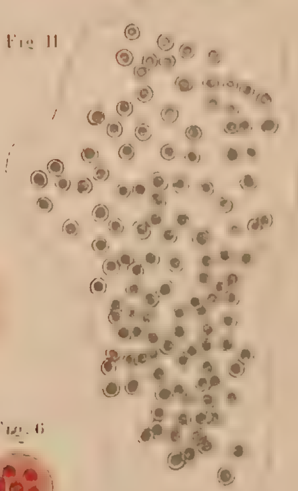


Fig. 4.

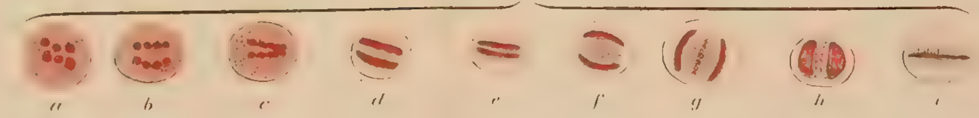


Fig. 5.

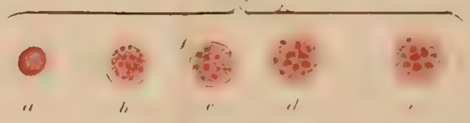
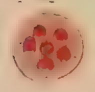


Fig. 6.



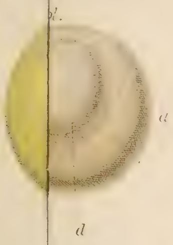


Fig. 3.

b_1
b
a
a_1
c_1
c
c
d_1

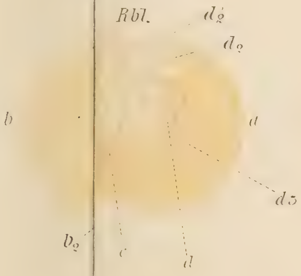

Rbl.
d_2'
d_2
b
a
d_3
b_2
c
d

Fig. 10.

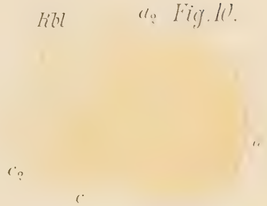


Fig. 4.

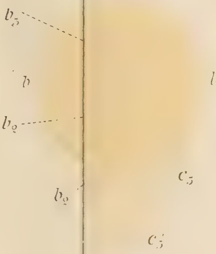

b_3
b
b
b_2
c_3
b_2
c_3

Fig. 15.

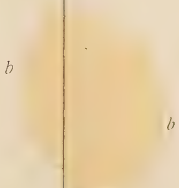


Fig. 20.

Blochmann del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Fig. 1.

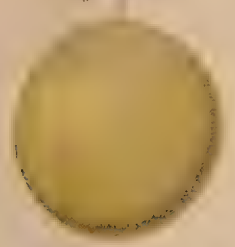


Fig. 2.

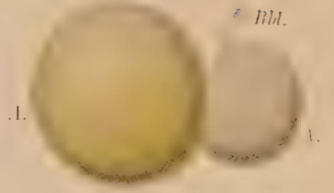


Fig. 3.

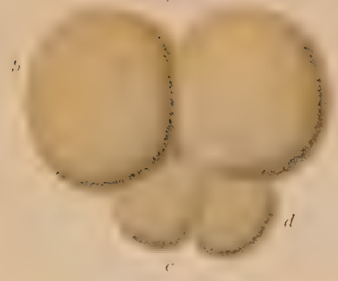


Fig. 4.

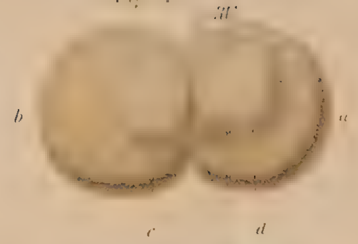


Fig. 5.

Fig. 6.

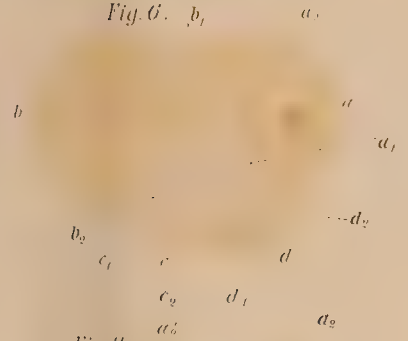

b_1
a
b
a
a_1
d_2
b_2
c_1
c
d
c_2
d_1
a_2
d_2

Fig. 7.

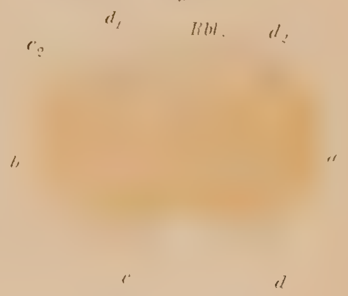

d_1
Rbl.
d_2
c_2
b
a
c
d

Fig. 8.

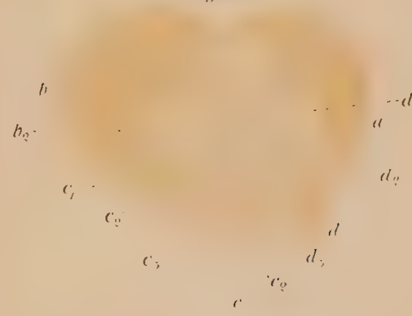

b
b_2
d_2'
a
d_2
c_1
c_2
d
c_3
d_1
c_2
c

Fig. 9.

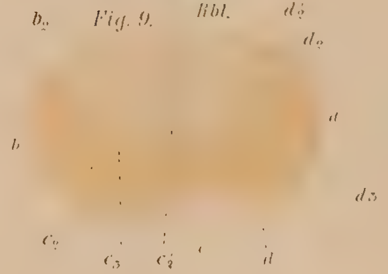

b_2
Rbl.
d_2'
d_2
a
b
d_3
c_2
c_3
c_2'
c
d

Fig. 10.

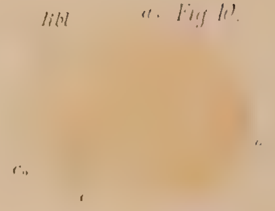


Fig. 11.

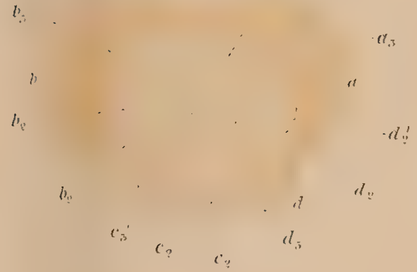

b_3
a_3
b
a
b_2
d_2'
b_2
d
d_2
c_3'
c_2
c_2
d_3

Fig. 12.

a
b
a
c_3
d_3
c
c_2'

Fig. 13.

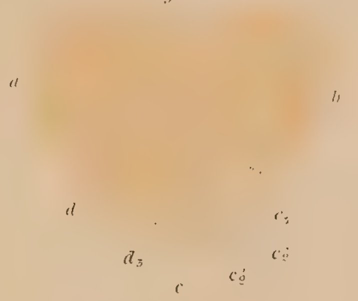

a
b
d
c_3
d_3
c_2'
c_2'
c

Fig. 14.

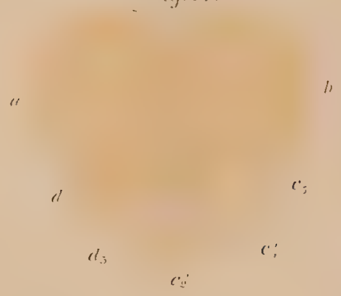

a
b
d
c_3
d_3
c_1'
c_2'

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

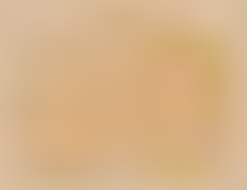


Fig. 18.

Fig. 19.

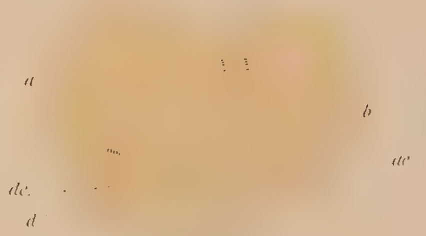
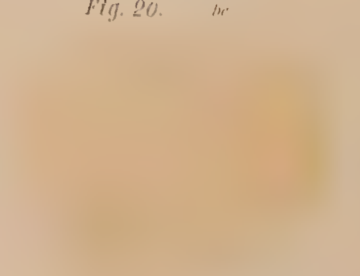


Fig. 20.



Blochmann del.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Fig

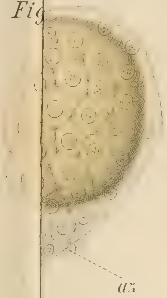
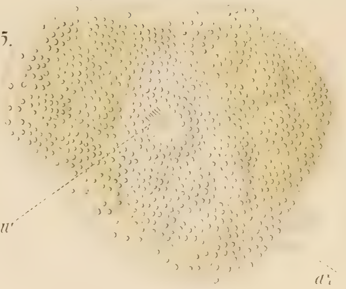


Fig. 25.



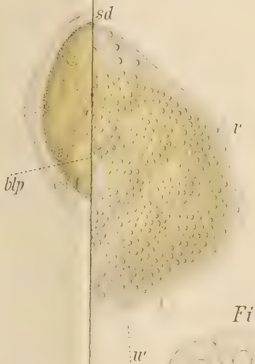


Fig. 30.

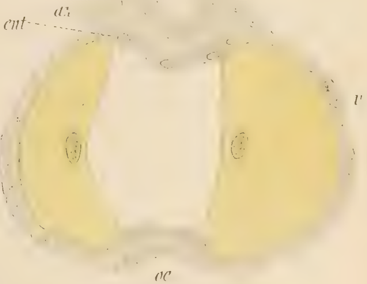
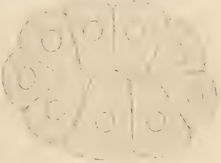

sd
az
ent
v
f
oc

Fig. 36.



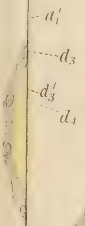


Fig. 37.

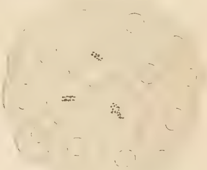


Fig. 38.

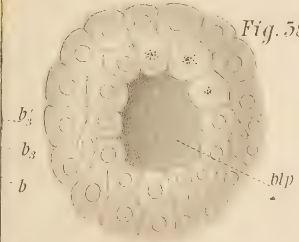


Fig. 39.

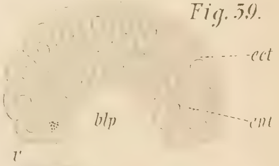

ect
blp
ent
v

Fig. 44.

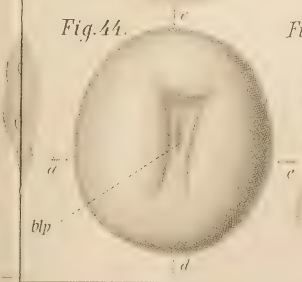
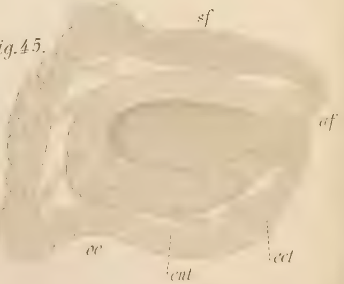


Fig. 45.


sf
af
oc
ent
ect

Blochmann del.

Lith. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Fig. 21.

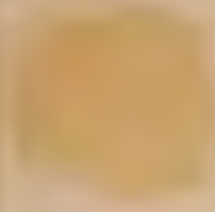


Fig. 22.

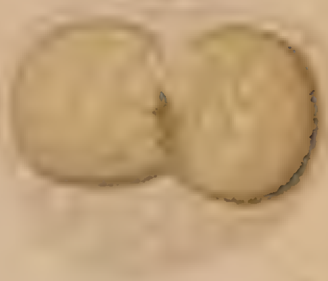


Fig. 23.

Fig. 24.

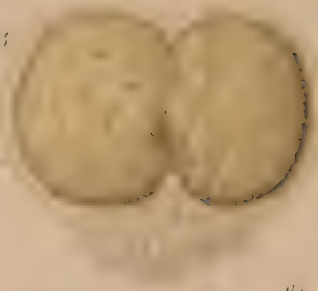


Fig. 25.

Fig. 26.

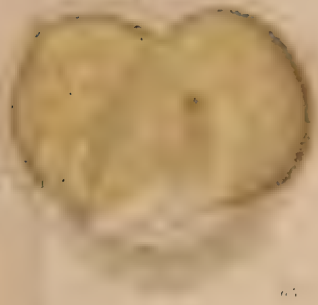


Fig. 27.

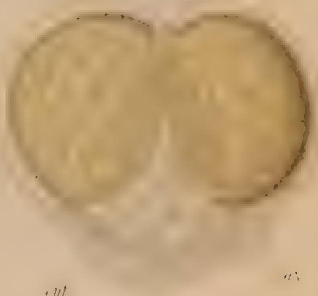


Fig. 28.

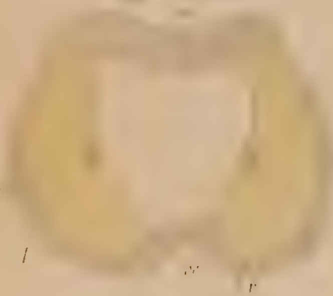


Fig. 29.

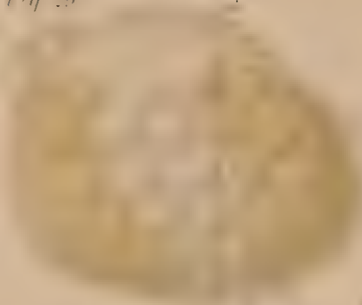


Fig. 30.

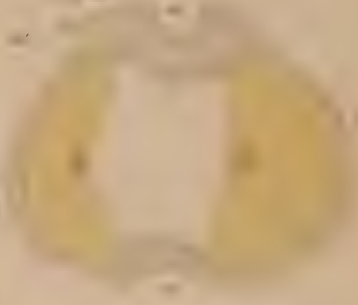


Fig. 31.

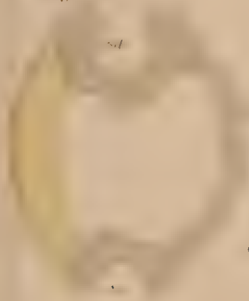


Fig. 32.

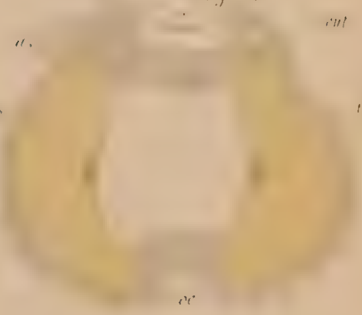


Fig. 33.

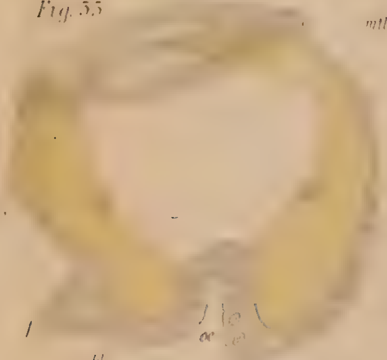


Fig. 34.

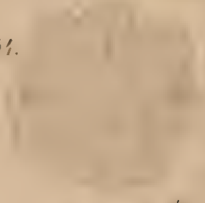


Fig. 36.

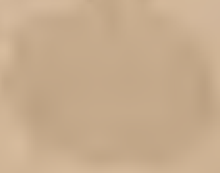


Fig. 37.

Fig. 35.

Fig. 38.

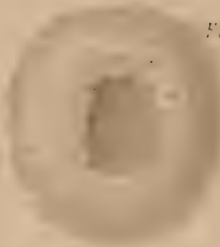


Fig. 39.

Fig. 40.

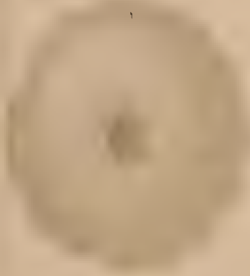


Fig. 41.

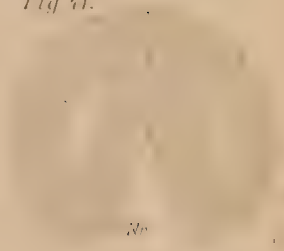


Fig. 42.

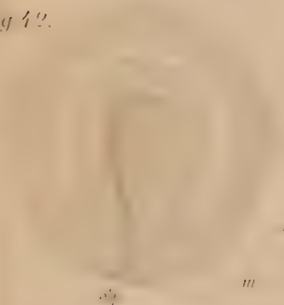


Fig. 43.

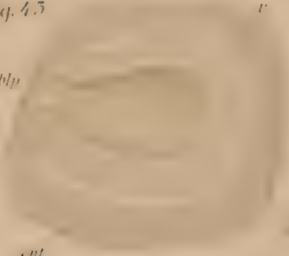


Fig. 44.

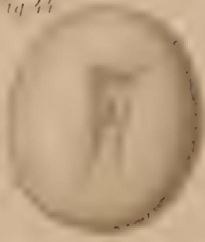


Fig. 45.

Fig. 1

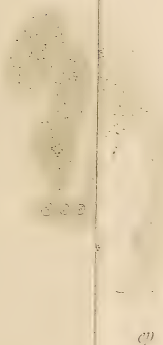


Fig. 5.

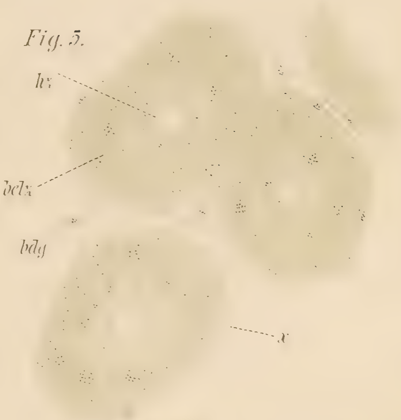


Fig. 6.

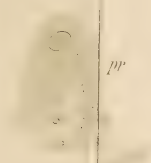
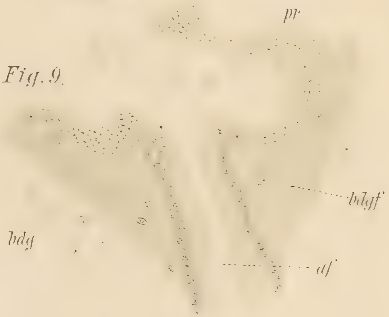


Fig. 9.


pr
bdgf
bdg
af

Fig

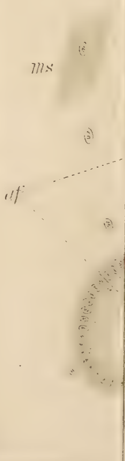
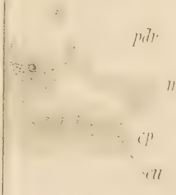


Fig. 15.



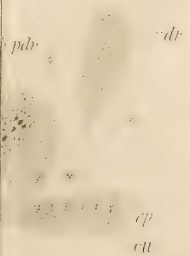


Fig. 15.

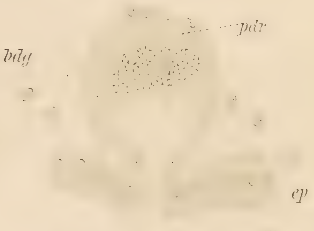
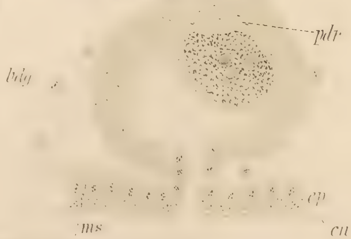

pdr
bdg
ep
cu

Fig. 16.


pdr
bdg
ep
ms
cu

Hochmann del.

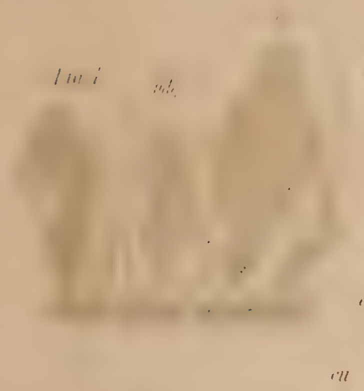


Fig. 1.

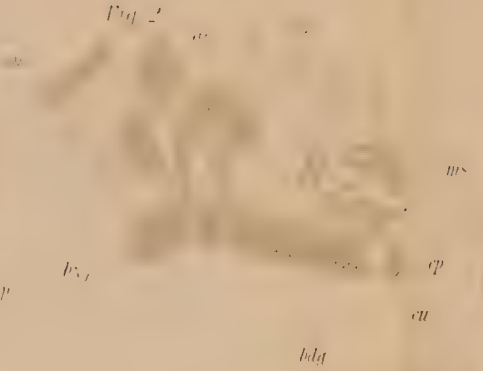


Fig. 2.
bs
ms
cp
cu
bdg

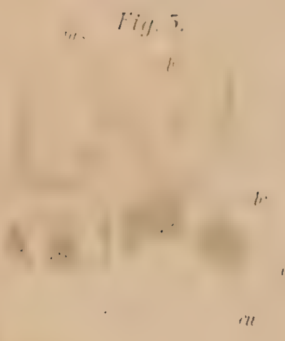


Fig. 3.

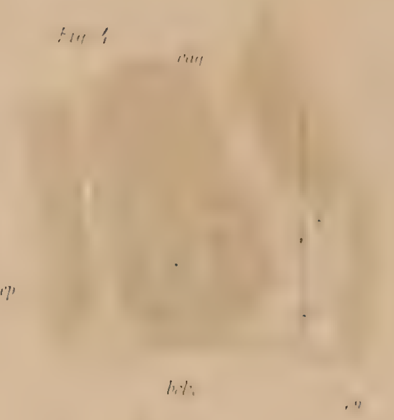


Fig. 4.

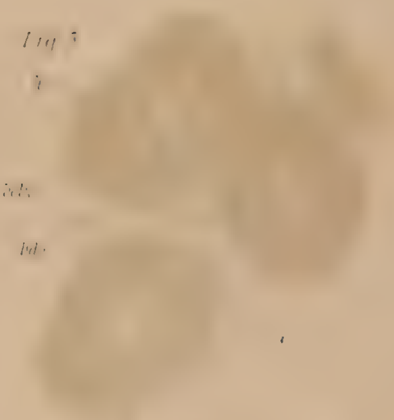


Fig. 5.

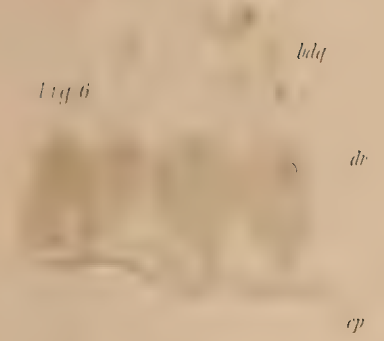


Fig. 6.

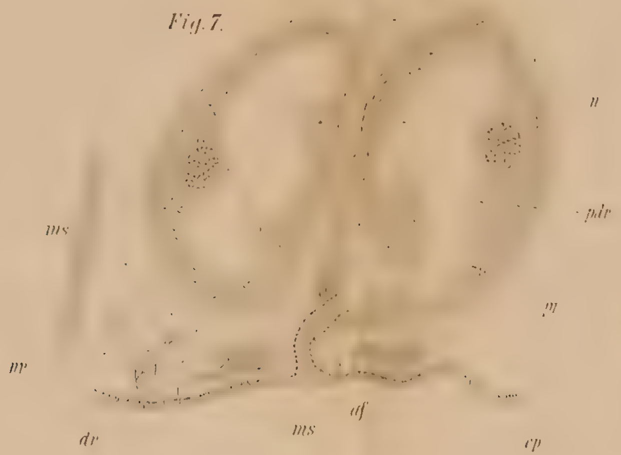


Fig. 7.
n
pdr
ms
m
mr
dr
ms
af
cp

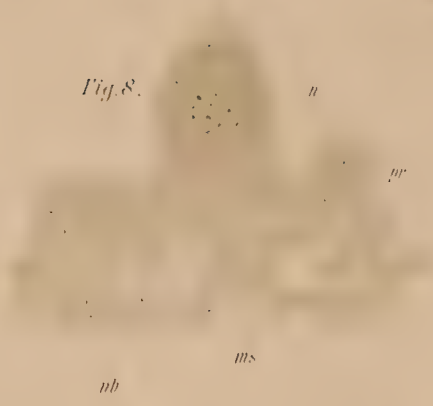


Fig. 8.

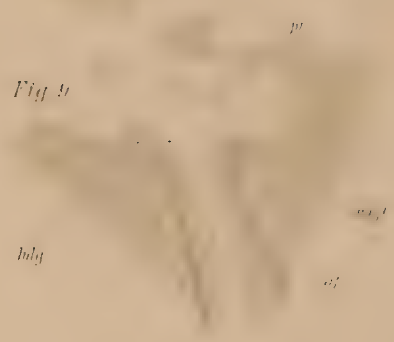


Fig. 9.

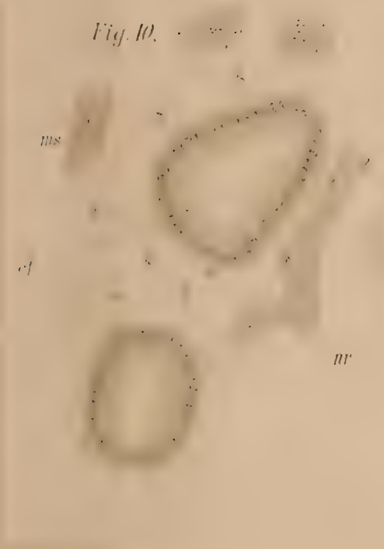


Fig. 10.

Fig. 11.

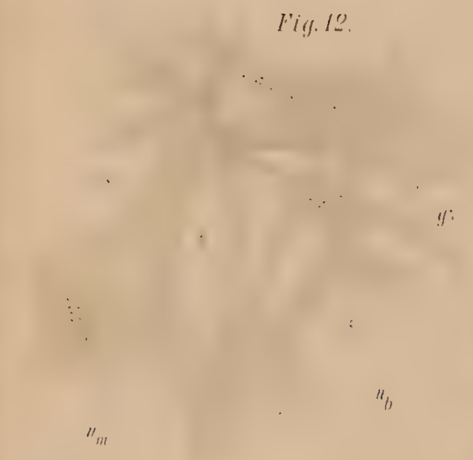


Fig. 12.

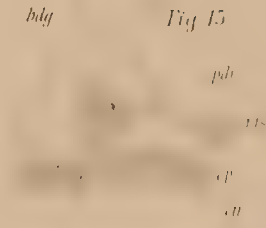


Fig. 13.
bdg
pdr
ms
cp
cu

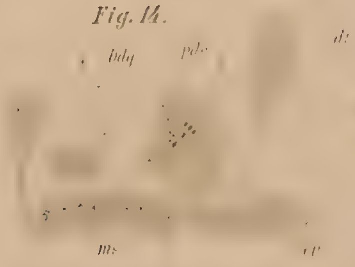


Fig. 14.
bdg
pdr
ms
cp

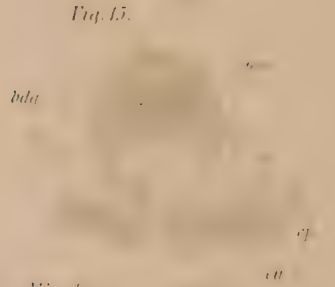


Fig. 15.

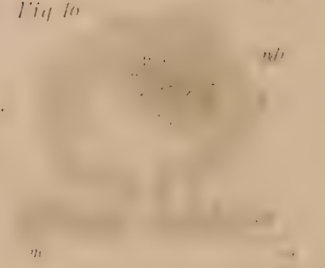


Fig. 16.

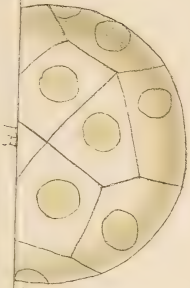


Fig. 18.

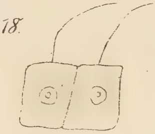
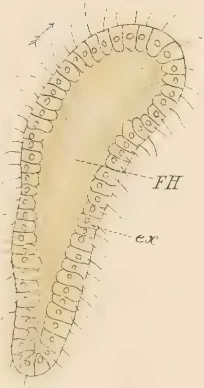


Fig. 19.



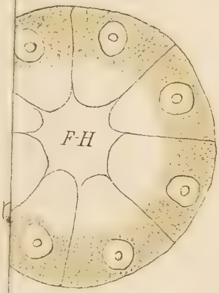


Fig. 20.

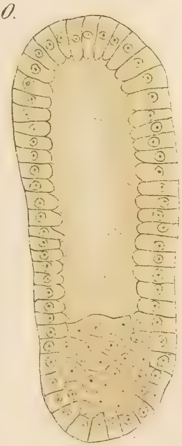
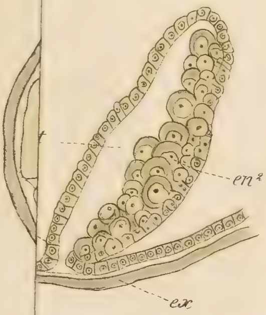


Fig. 15.



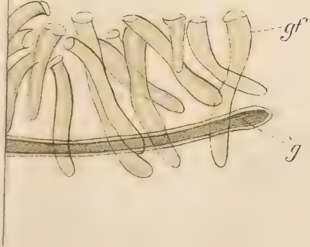


Fig 2.

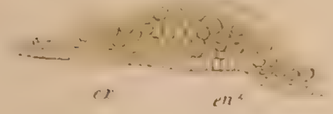


Fig 1.

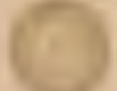


Fig 6.

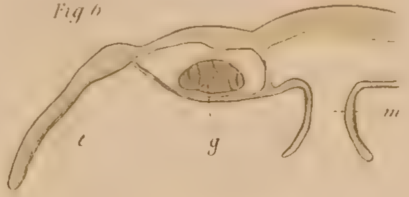


Fig 16.

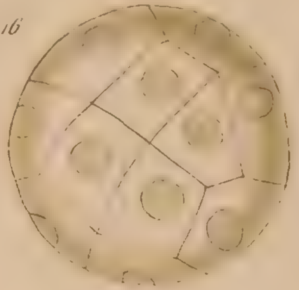


Fig 18.

Fig 3.

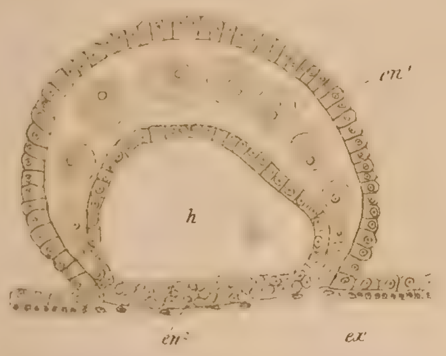


Fig 13.

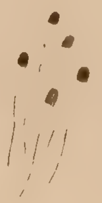


Fig 7.

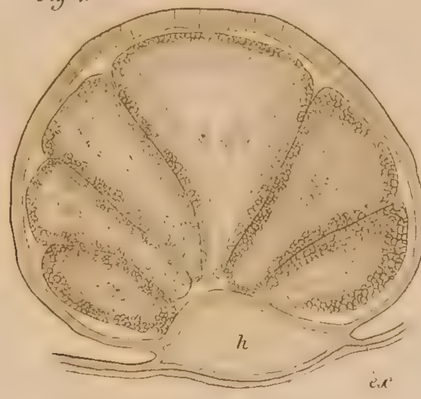


Fig. 9.

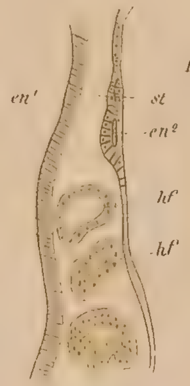

en'
st
en^2
hf
hf'

Fig 17.

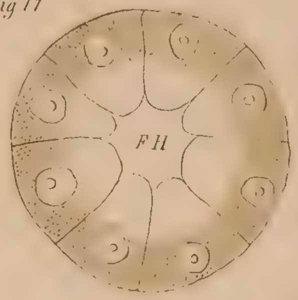


Fig 19.

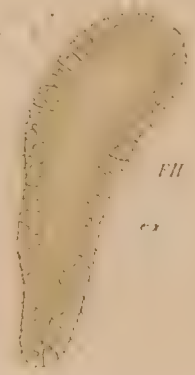


Fig 5.

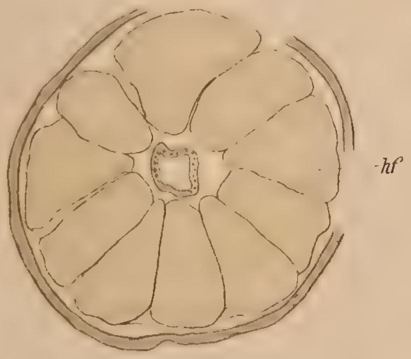


Fig 10.

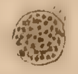


Fig 8.

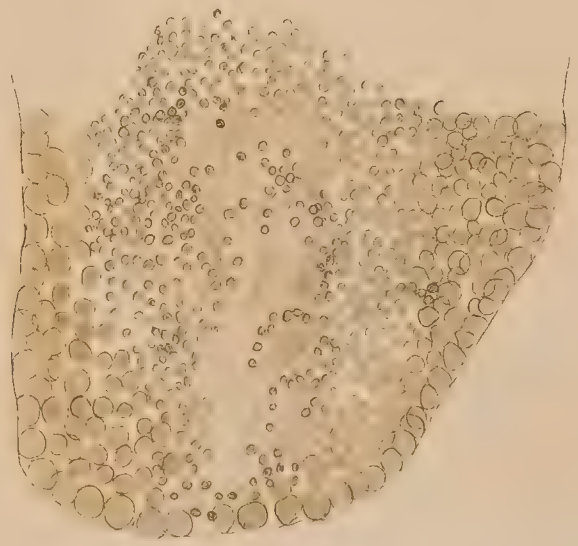


Fig 15.

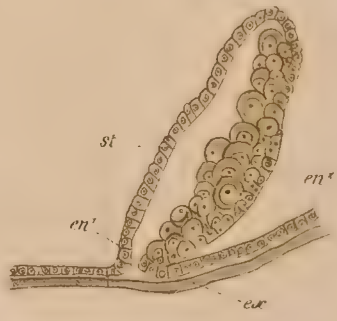


Fig 20.

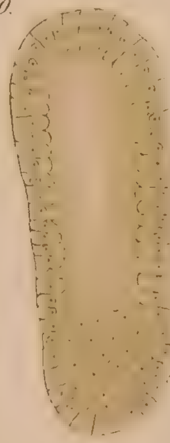


Fig. 11.

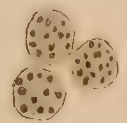


Fig 4.

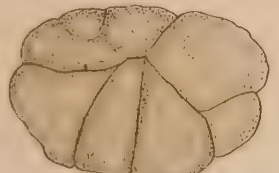


Fig. 12.

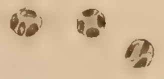
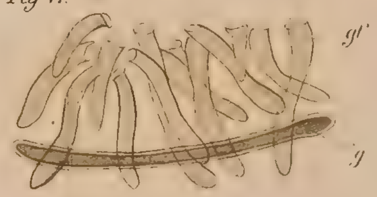


Fig 14.



Cam. v.c. del. Hamacq.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

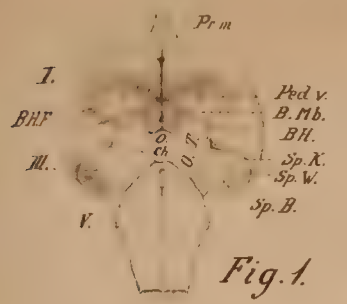

Pr. m.
I.
BH.F.
III.
V.
O. Ch.
O. T.
Ped. v.
B. Mb.
BH.
Sp. K.
Sp. W.
Sp. B.

Fig. 1.

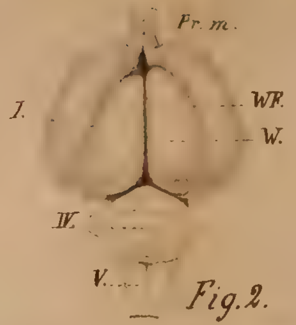

Pr. m.
I.
WF.
W.
IV.
V.

Fig. 2.

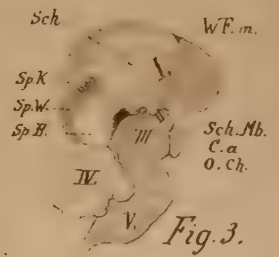

Sch.
WF. m.
I.
Sp. K.
Sp. W.
Sp. B.
III
Sch. Mb.
C. a.
O. Ch.
IV.
V.

Fig. 3.

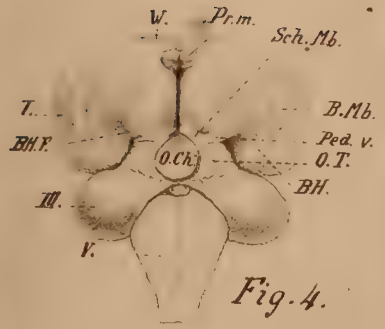

W.
Pr. m.
Sch. Mb.
I.
BH.F.
B. Mb.
Ped. v.
O. Ch.
O. T.
BH.
III.
V.

Fig. 4.

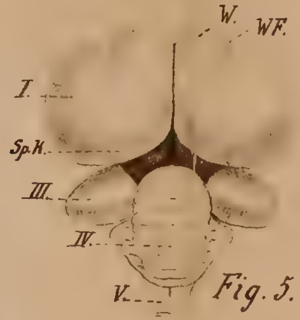

W.
WF.
I.
Sp. K.
III.
IV.
V.

Fig. 5.

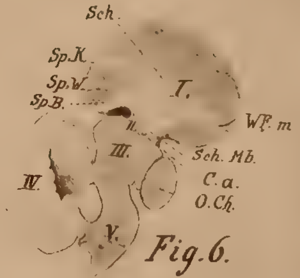

Sch.
Sp. K.
Sp. W.
Sp. B.
I.
WF. m.
III.
Sch. Mb.
C. a.
O. Ch.
IV.
V.

Fig. 6.

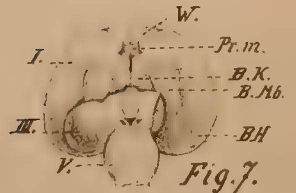

W.
Pr. m.
I.
B. K.
B. Mb.
III.
BH.
V.

Fig. 7.

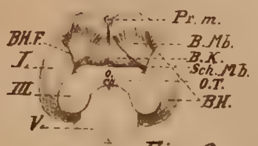

Pr. m.
BH.F.
B. Mb.
I.
B. K.
Sch. Mb.
O. Ch.
O. T.
III.
BH.
V.

Fig. 8.

I.

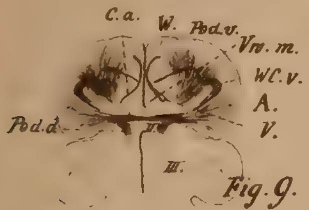

C.a.
W.
Ped.v.
Vw.m.
Wf.v.
A.
V.
Ped.d.
III.

Fig. 9.

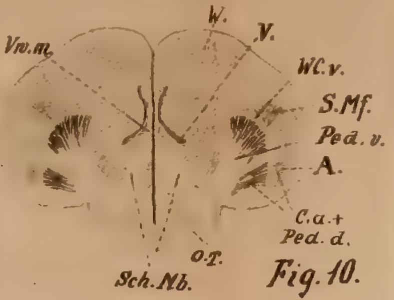

W.
V.
Vw.m.
Wf.v.
S.Mf.
Ped.v.
A.
C.a.+
Ped.d.
O.T.
Sch.Nb.

Fig. 10.

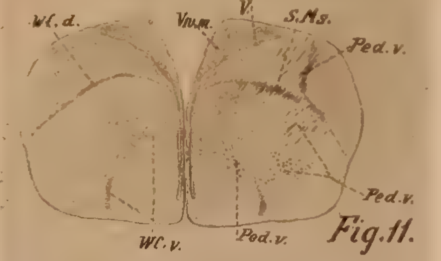

Wf.d.
Vw.m.
V.
S.Ms.
Ped.v.
Ped.v.
Wf.v.
Ped.v.

Fig. 11.

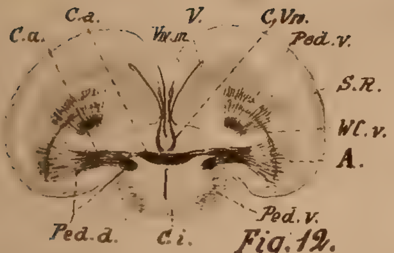

C.a.
C.a.
V.
Vw.m.
C.Vw.
Ped.v.
S.R.
Wf.v.
A.
Ped.v.
Ped.d.
C.i.

Fig. 12.

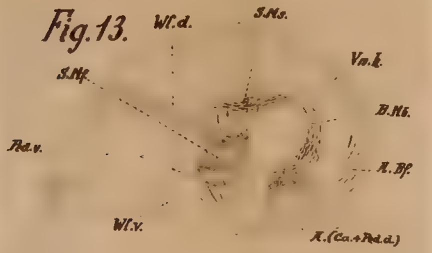

Wf.d.
S.Ms.
S.Mf.
Vw.h.
B.Mb.
Ped.v.
A.Bf.
Wf.v.
A.(Ca.+Ped.d.)

Fig. 13.

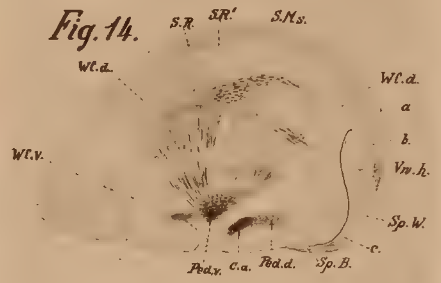

S.R.
S.R.'
S.Ms.
Wf.d.
Wf.d.
a
b.
Wf.v.
Vw.h.
Sp.W.
c.
Ped.v.
C.a.
Ped.d.
Sp.B.

Fig. 14.

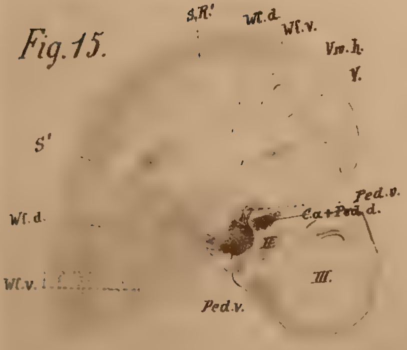

S.R.'
Wf.d.
Wf.v.
Vw.h.
V.
S'
Wf.d.
Ped.v.
Ca+Ped.d.
II
III.
Wf.v.
Ped.v.

Fig. 15.

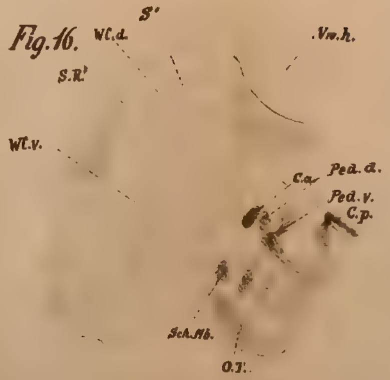

S'
Wf.d.
Vw.h.
S.R.'
Wf.v.
Ped.d.
C.a.
Ped.v.
C.p.
Sch.Nb.
O.T.

Fig. 16.

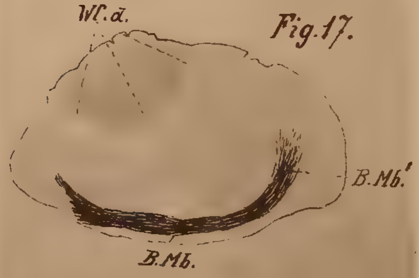


Fig. 17.

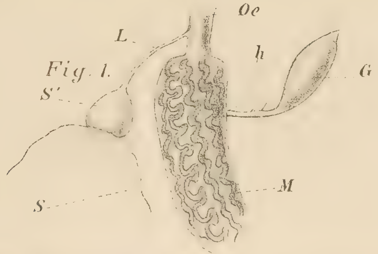


Fig. 1.

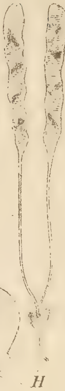


Fig. 2.

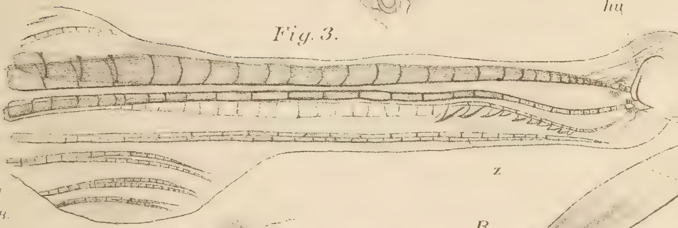


Fig. 3.
1
2
3
4
5
6
7
8
hu
z

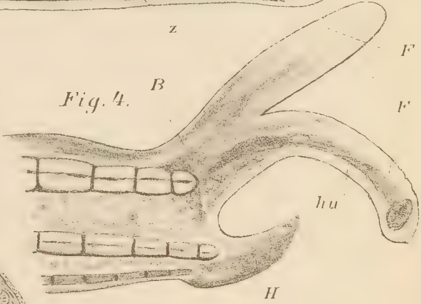


Fig. 4.

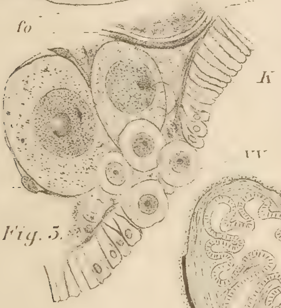


Fig. 5.

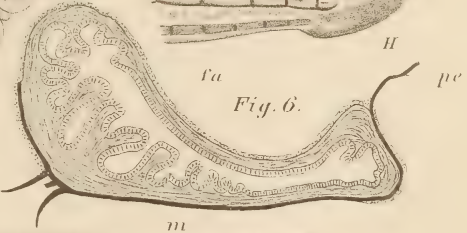


Fig. 6.

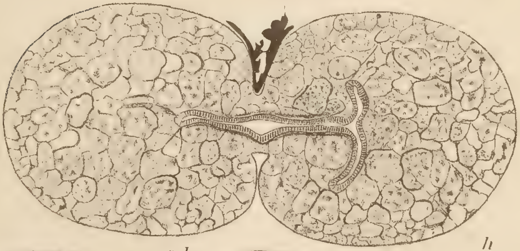


Fig. 9.

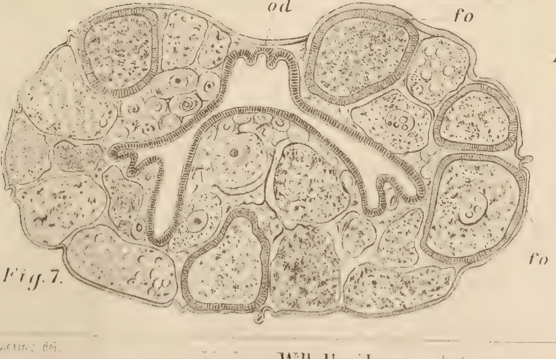


Fig. 7.

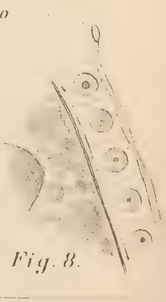
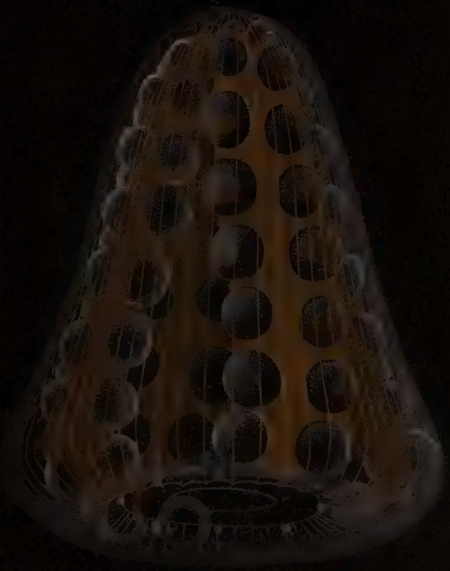
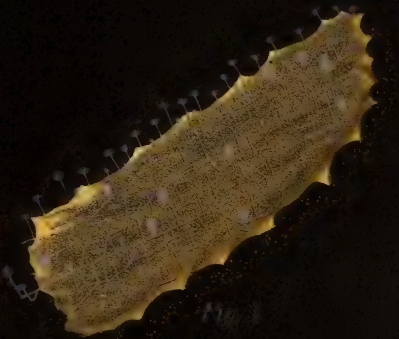


Fig. 8.

Wilh. Engelmann





R. v. Lendenfeld del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt

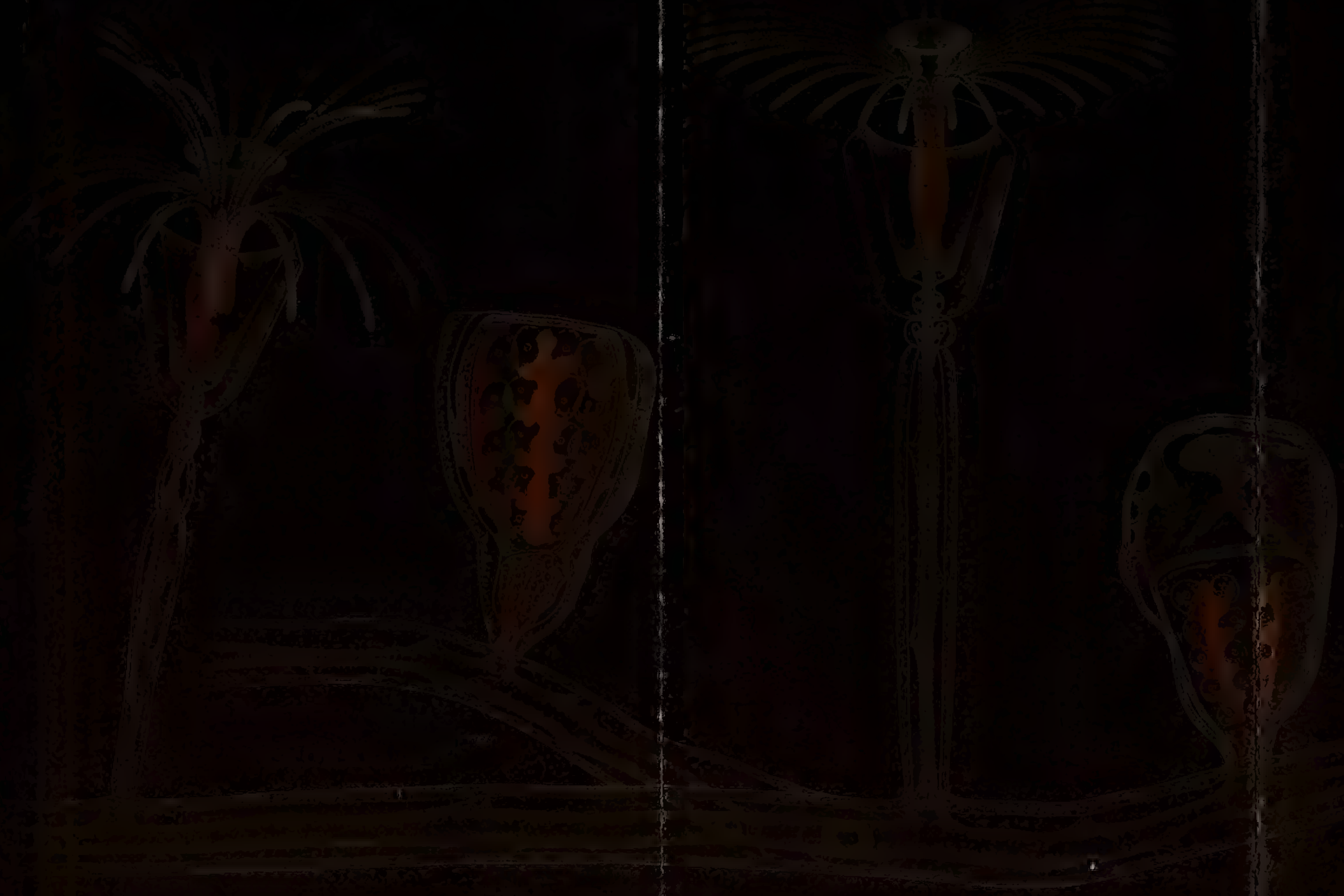


Fig. 1.

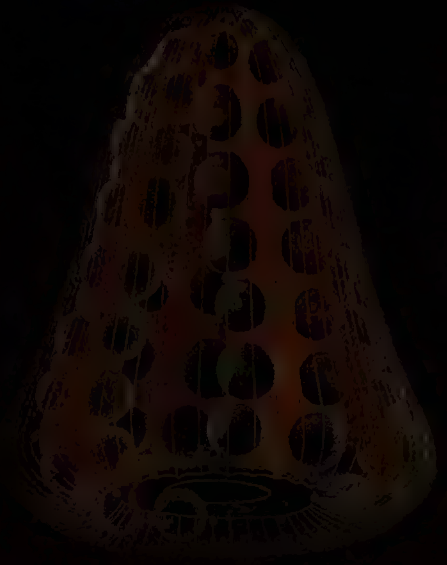


Fig. 2.

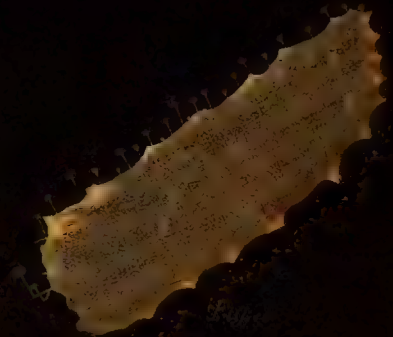
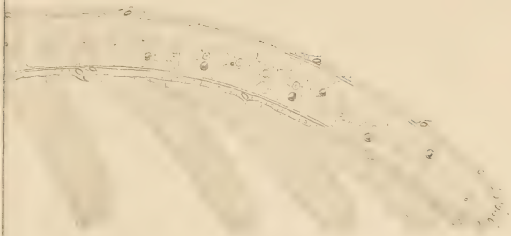


Fig. 3.

R. v. Lendenfeld del.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



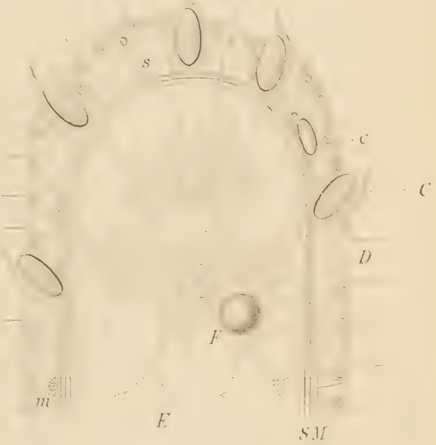


Fig. 6.

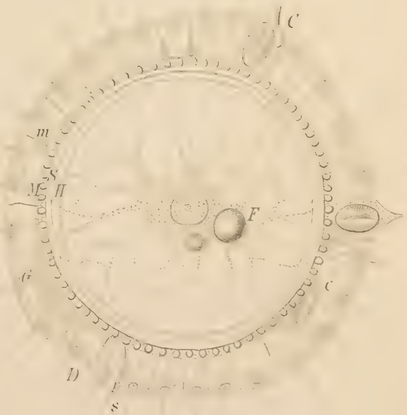
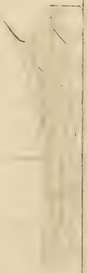

C
m
S
M
H
F
G
C
D
E
s

Fig. 7.



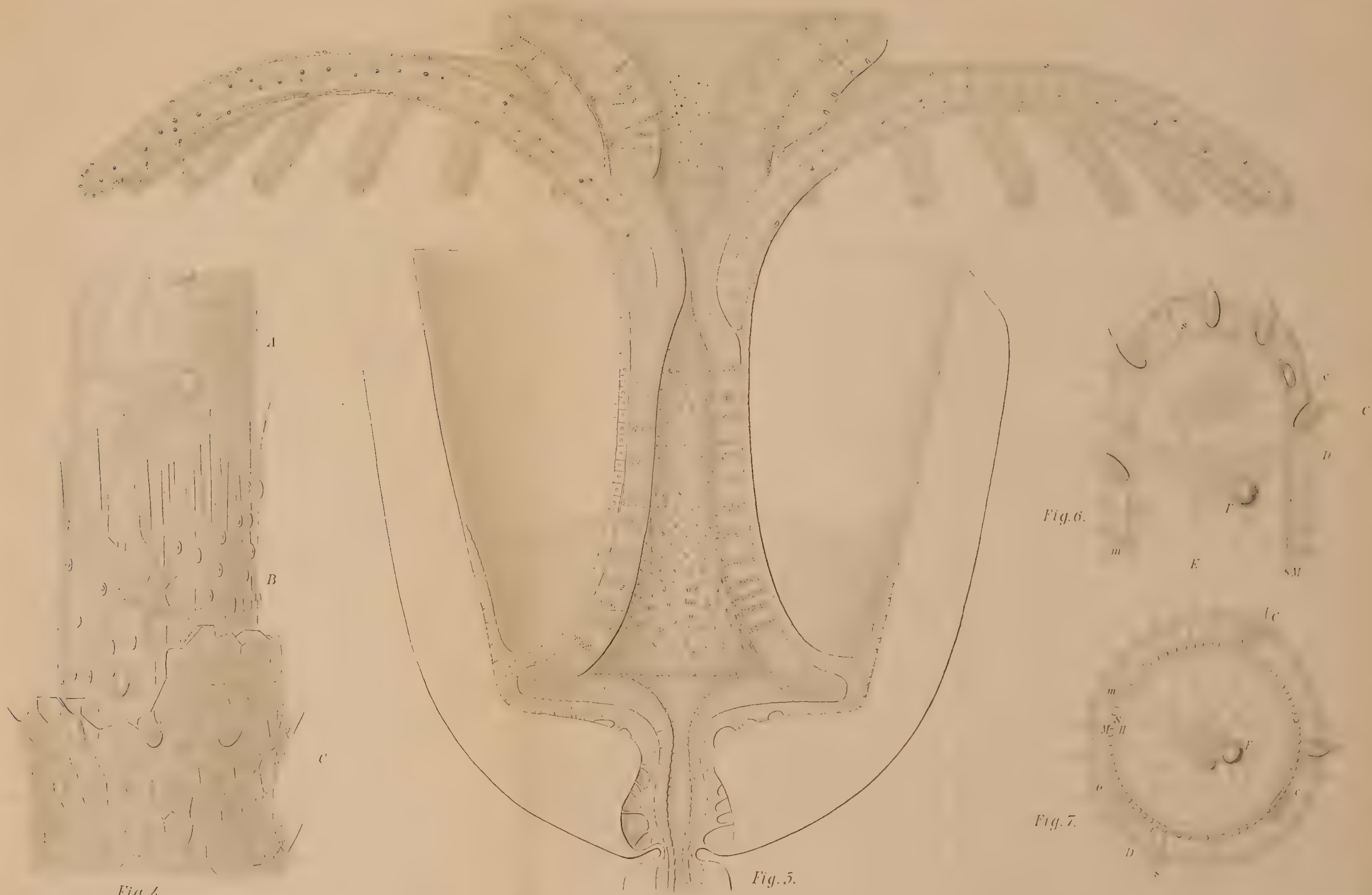

A
B
C
s
c
C
D
F
m
E
SM
c
m
S
M
H
F
c
D

Fig. 4.

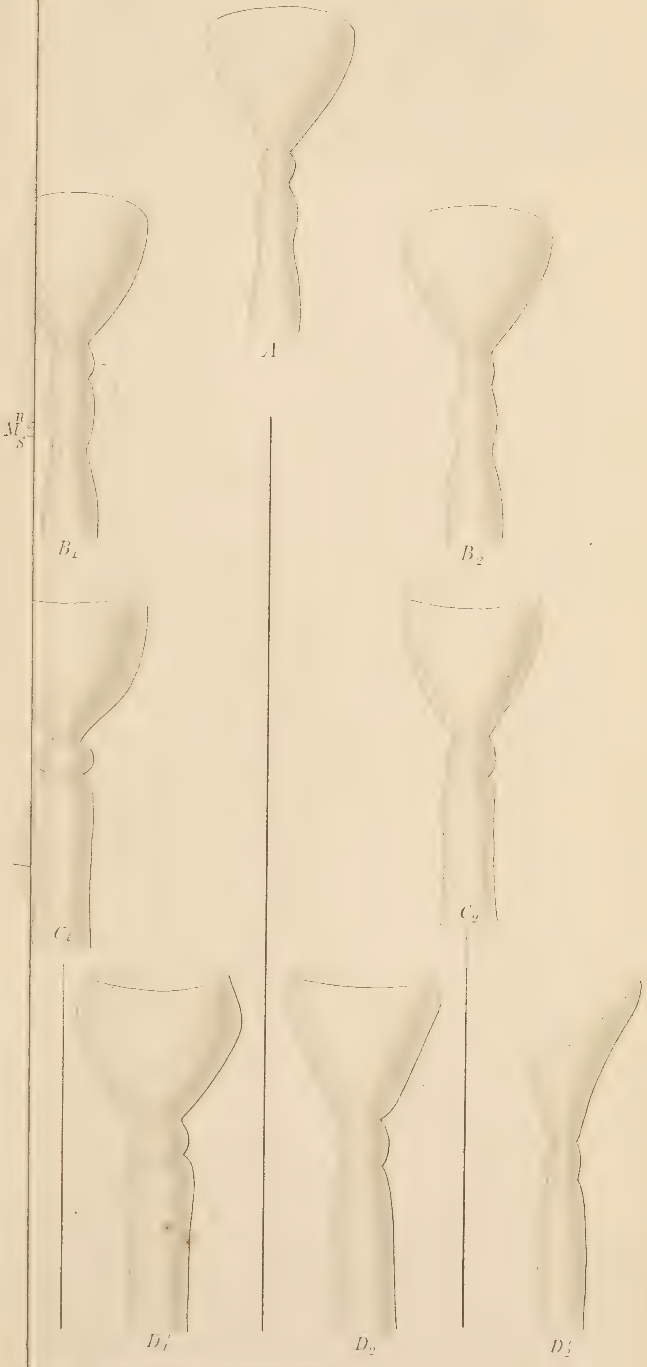
Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Fig. 15


A
n
M
S
B₁
B₂
C₁
C₂
D₁
D₂
D₃

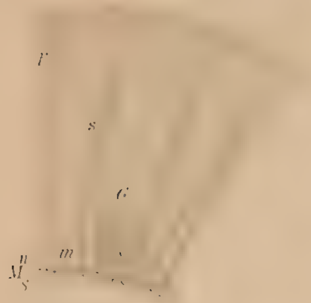


Fig. 8.

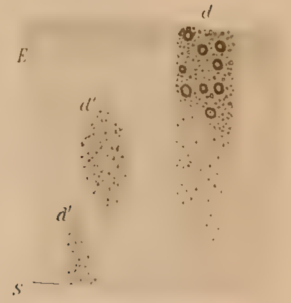


Fig. 9.

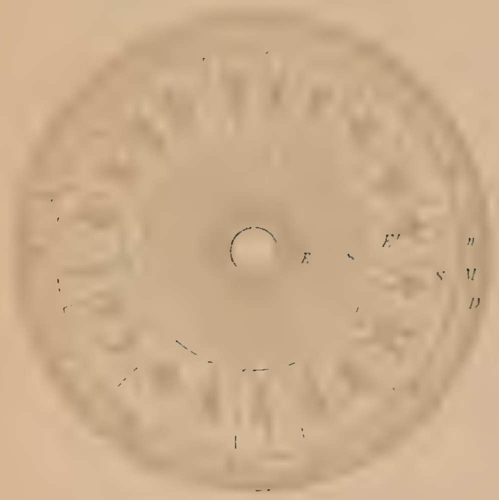
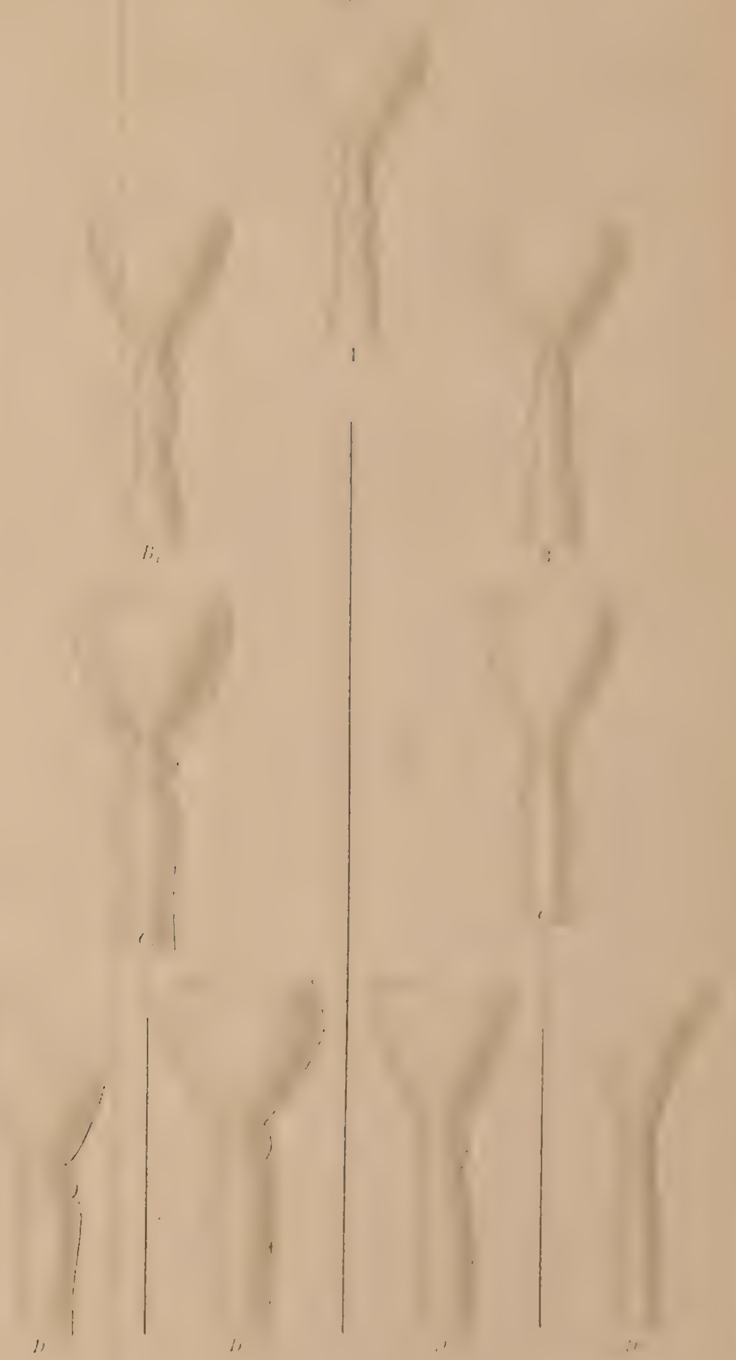


Fig. 13.

Fig. 15



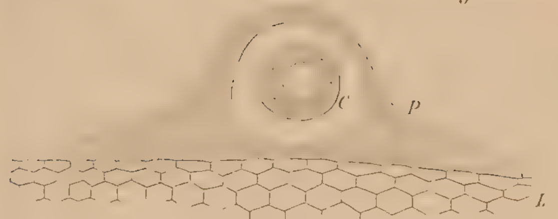


Fig. 10.

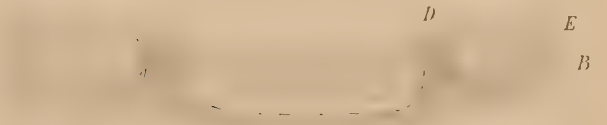


Fig. 11.

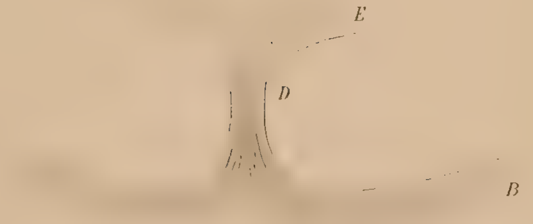


Fig. 12.

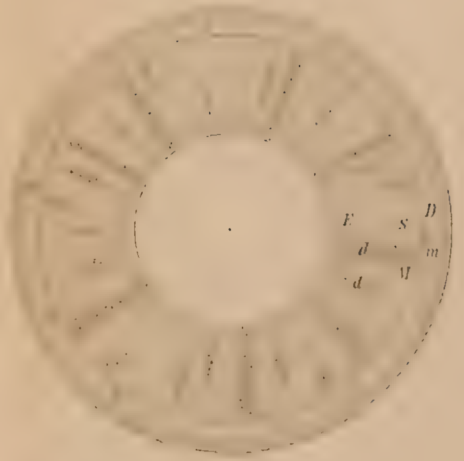


Fig. 14.

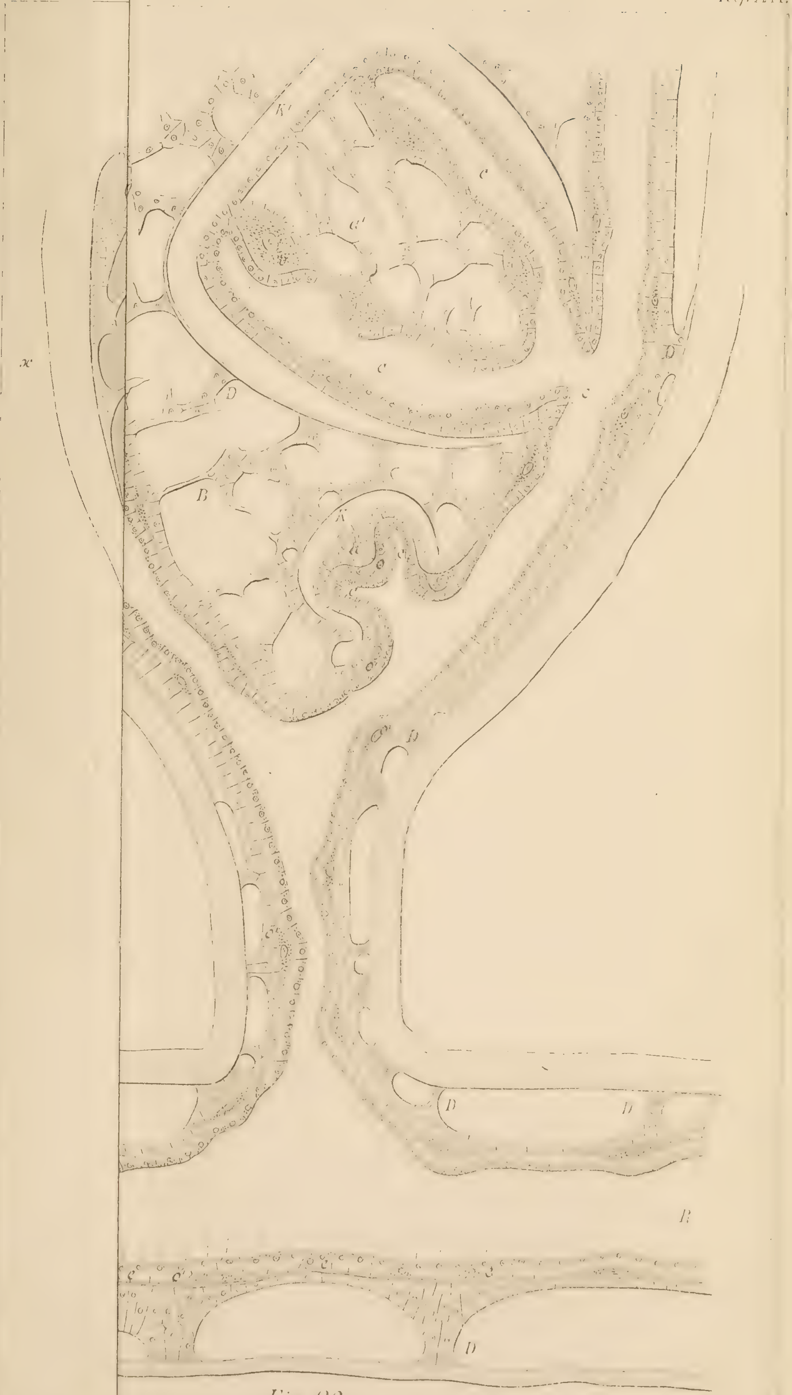

K'
c
c'
x
c
D
c
D'
B
K
a
D
D
D
B
D

Fig 20.

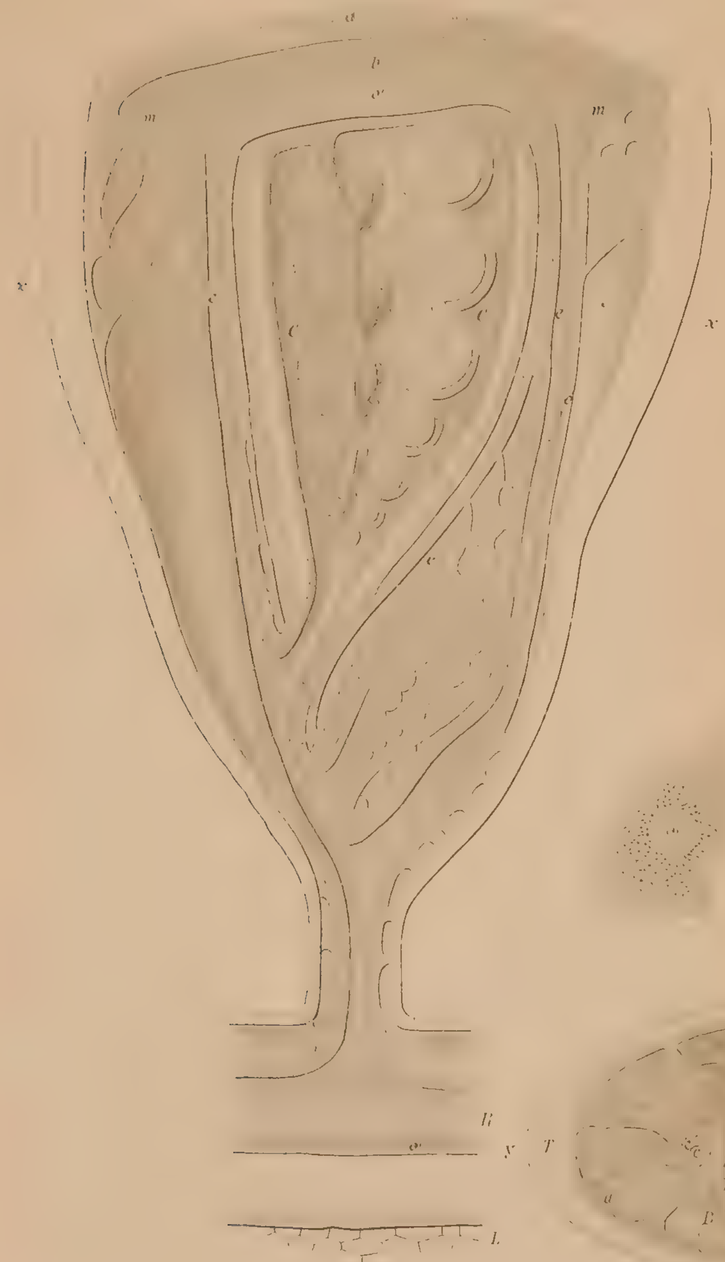

a
b
o'
m
m
x
x
e
e
c
c
o
l
B
o
y
T
L

Fig. 19.

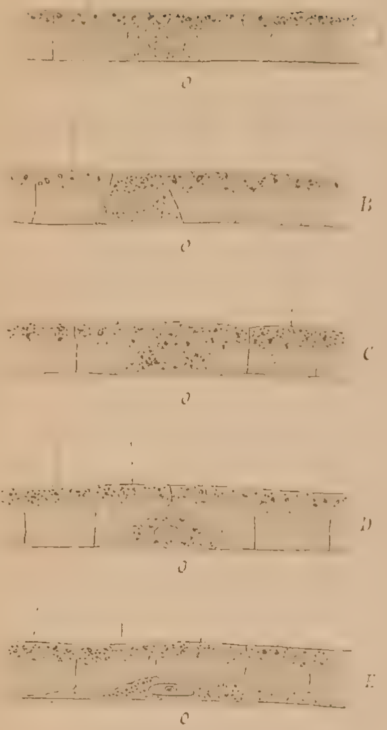


Fig. 16.

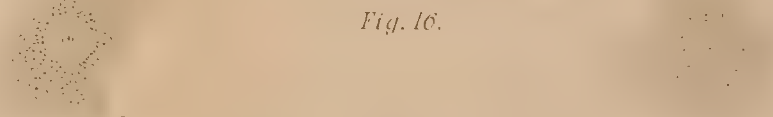


Fig. 17.

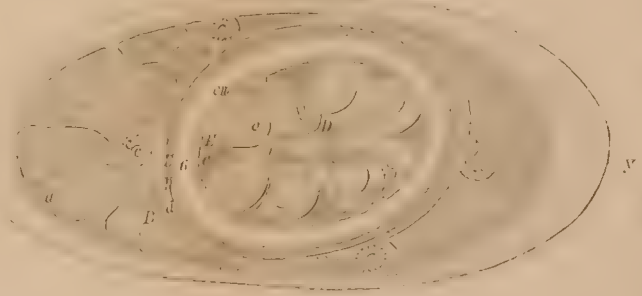

e
b
o
b
e
c
a
B
d
y

Fig. 18.

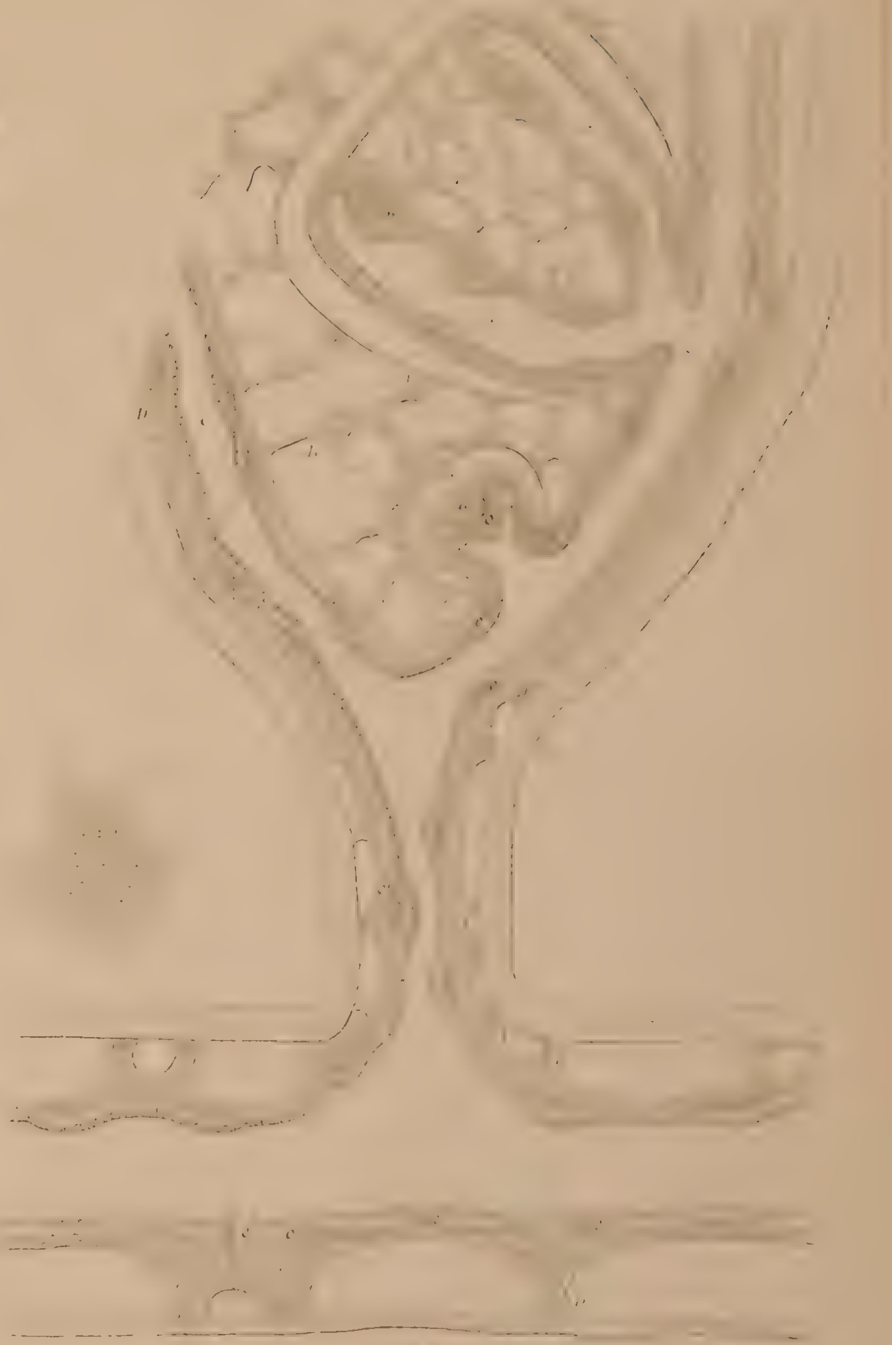


Fig. 20.

[illegible] del.

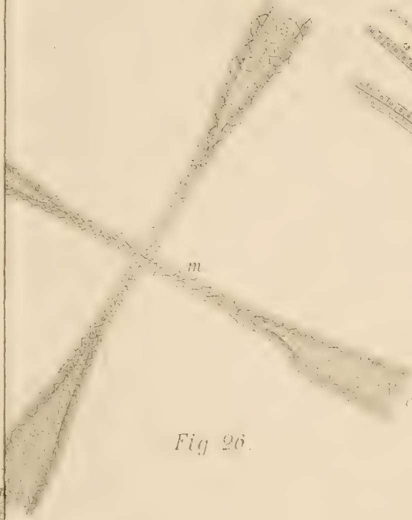


Fig. 26.

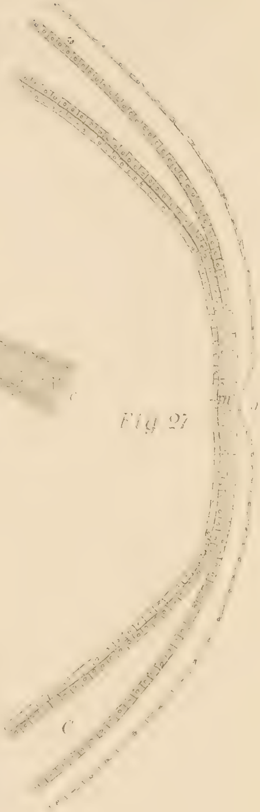
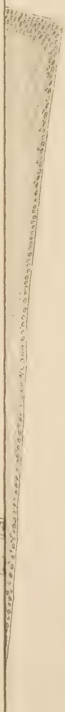


Fig. 27.



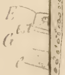


Fig. 29.

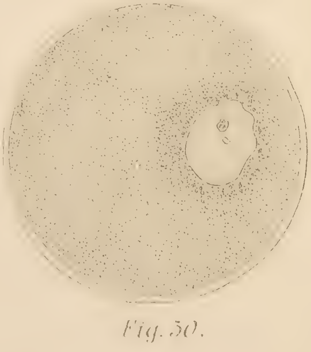


Fig. 30.

P.v.Lenden

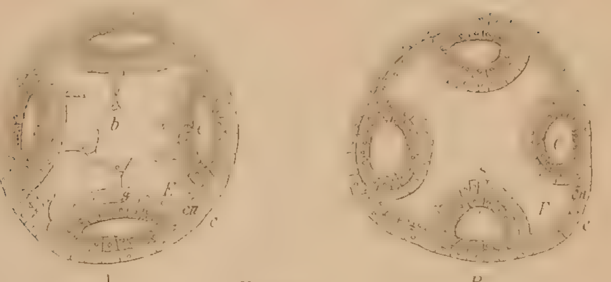

b
g
E
en
c
A
B
F
en
c

Fig 21.

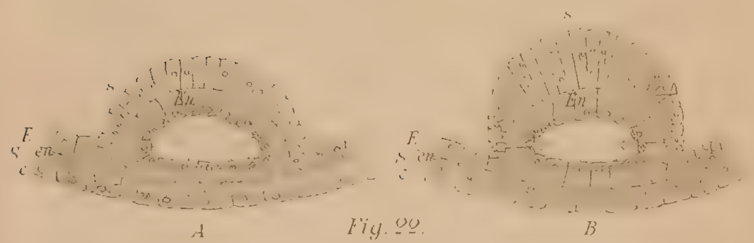

En
E
S
en
c
A
En
s
F
S
en
B

Fig. 22.

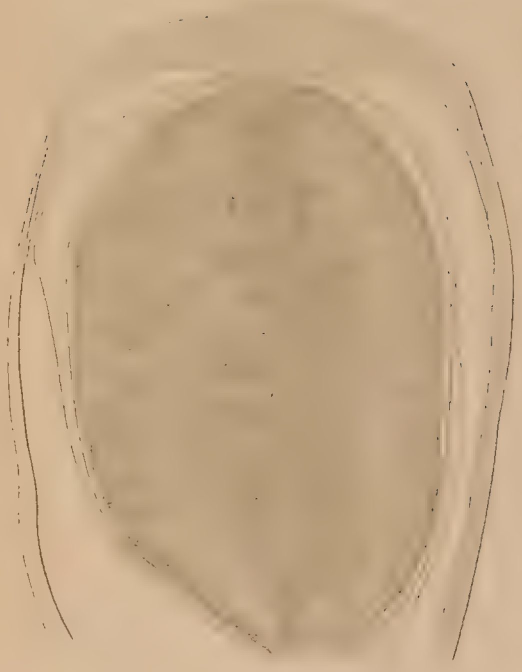


Fig 24.

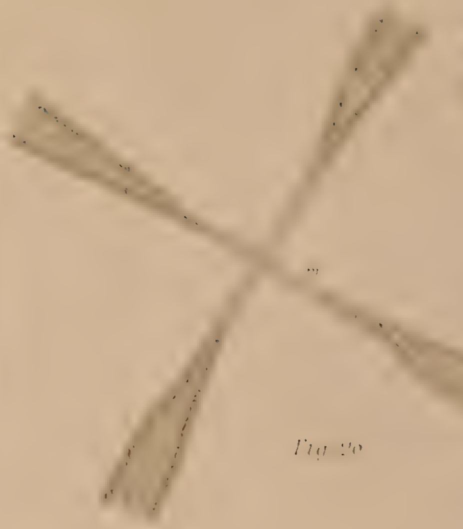


Fig 26.

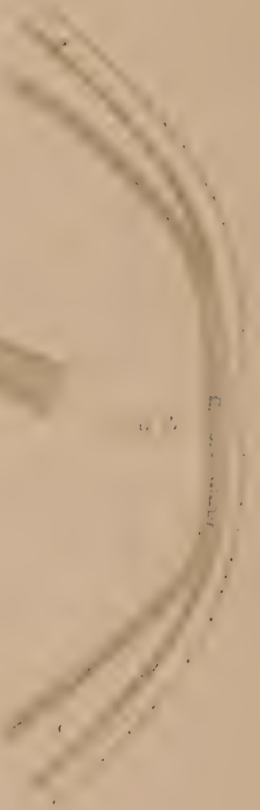


Fig 27.

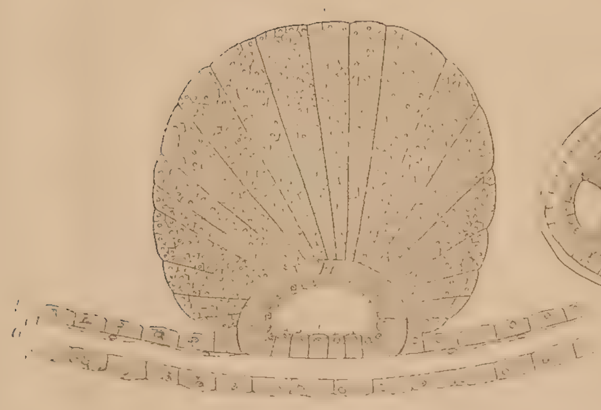


Fig 23.

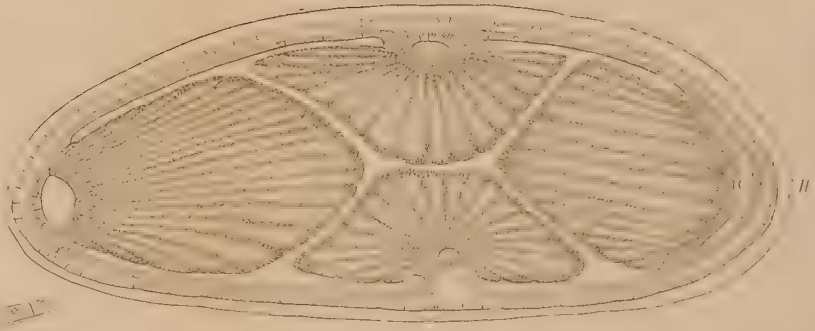


Fig. 25.

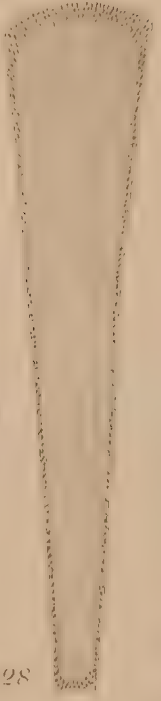


Fig 28.

Fig 29.

Fig 30.

Friedenfeld del.

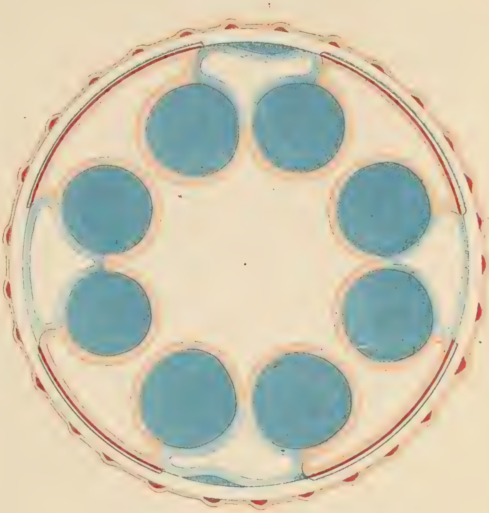


Fig. 35.

Fig. 37.

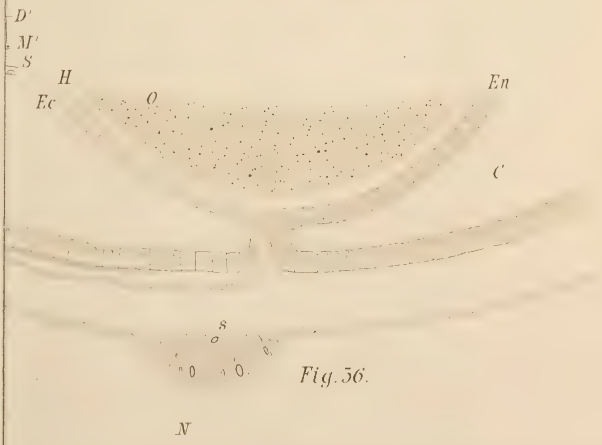

D'
M'
S
H
Ec
O
En
C
S
N

Fig. 36.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

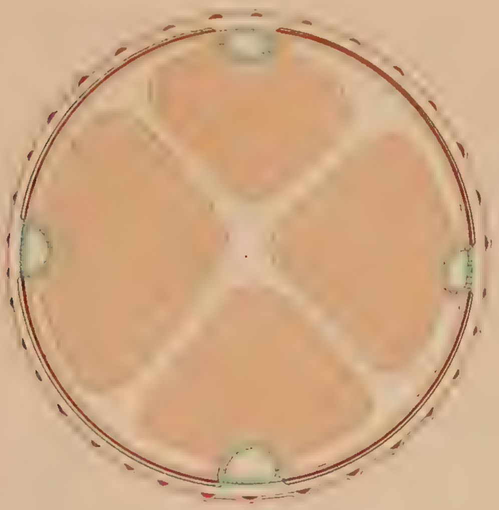


Fig. 51.

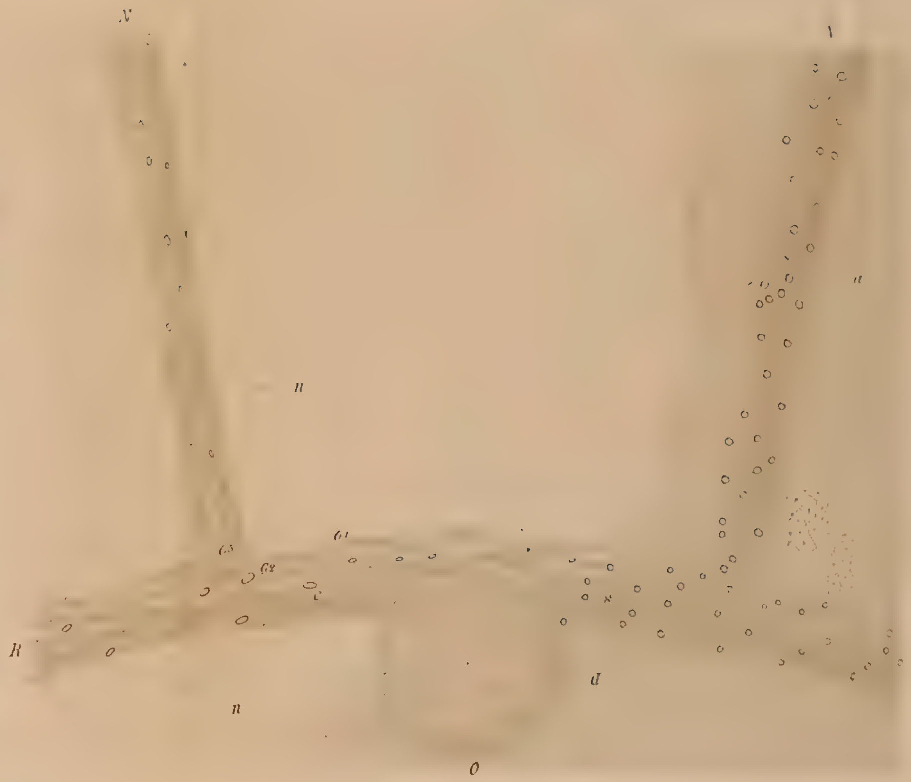

N
n
G
G₂
G
R
n
O
d
d
R

Fig. 52.

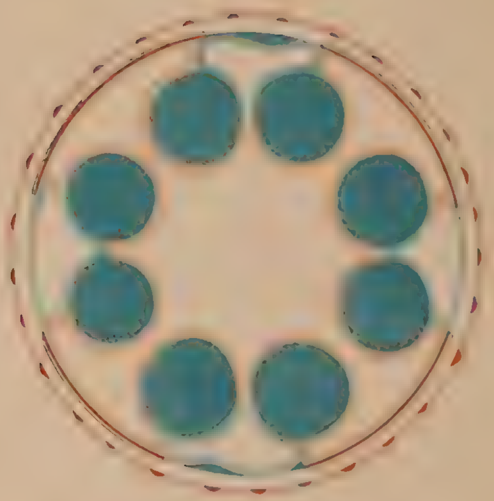


Fig 53.

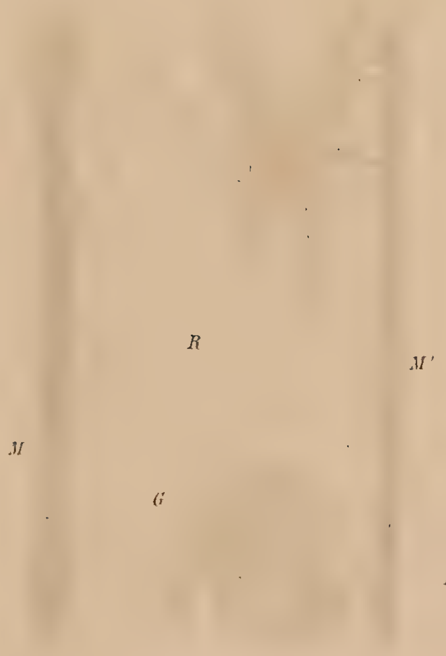


Fig. 54.

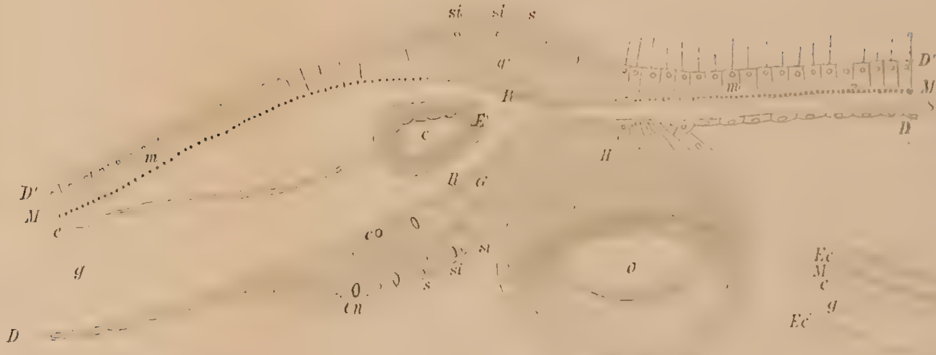

si
si
s
q
H
E
c
m
D'
M
c
g
H
G
co
O
s
si
si
s
O
cn
O
D
m
D'
M
D
H
D

Fig 55.

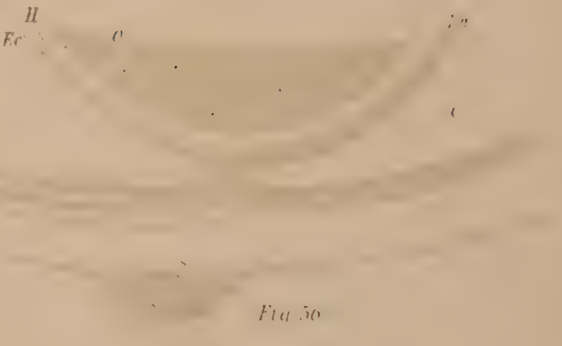

H
Ec
O
Ec
M
c
g
Ec

Fig 56.

Fig 57.

R. v. Lendenfeld del.

Fig.4

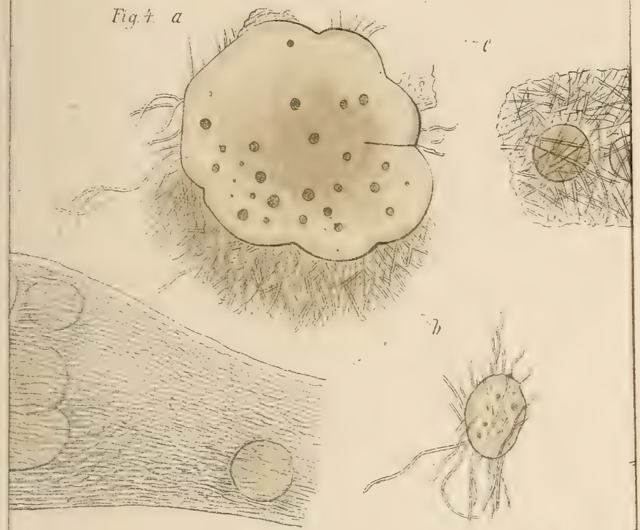


Fig 7.

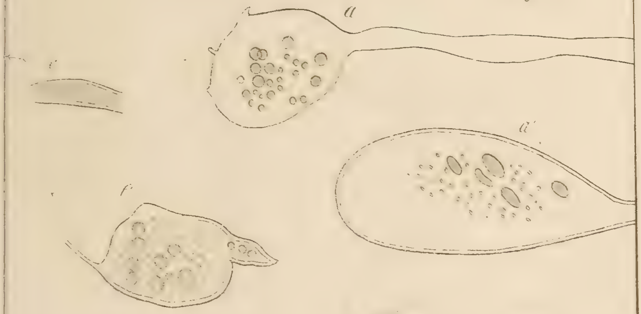
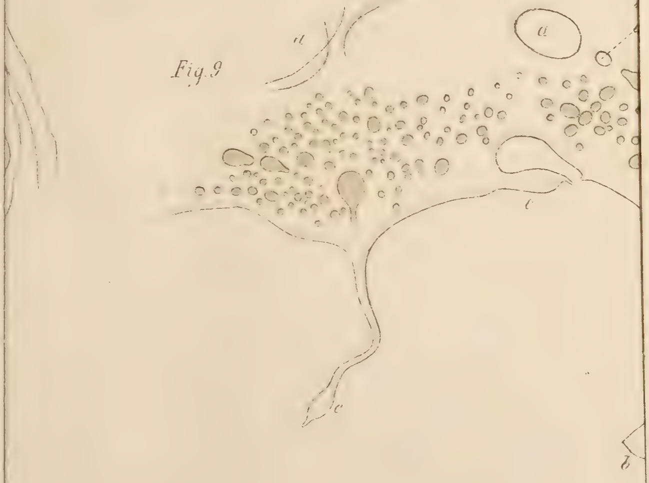


Fig.9



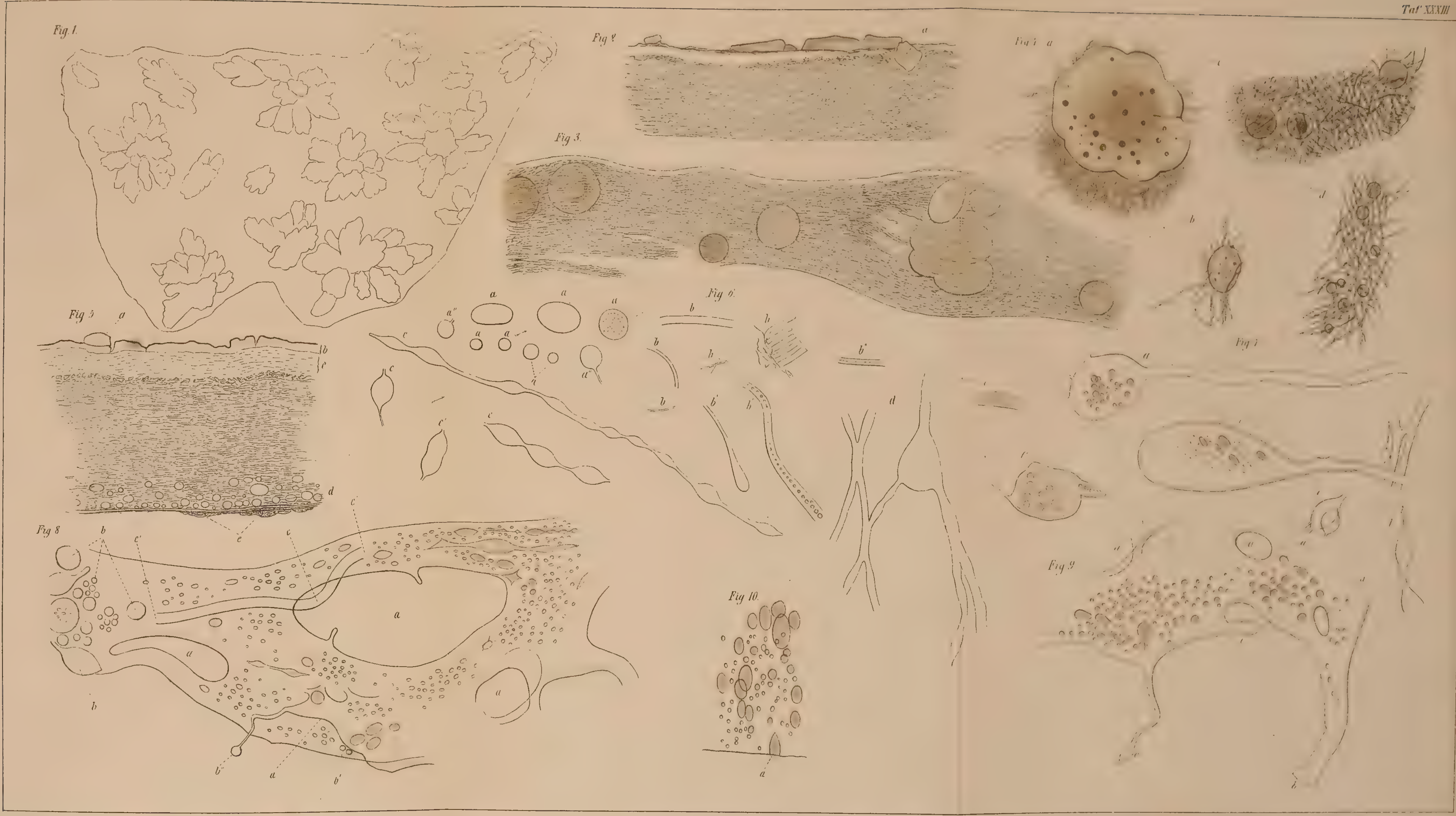


Fig. 1.
Fig. 2.
a
Fig. 3.
Fig. 4.
a
b
c
d
Fig. 5.
a
b
c
d
e
Fig. 6.
a
a''
c
c'
b
b'
d
Fig. 7.
a
c
Fig. 8.
a
b
b'
b''
c
c'
Fig. 9.
a
b
Fig. 10.
a

W. v. Nathusius

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Fig. 11.

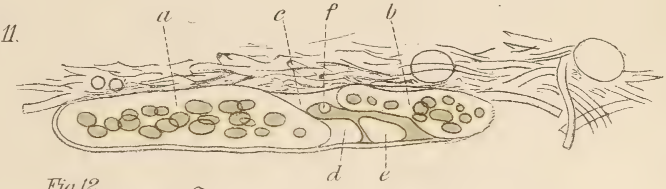


Fig. 12.

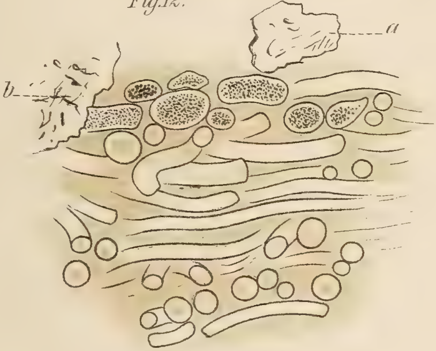


Fig. 14.

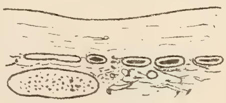


Fig. 15.

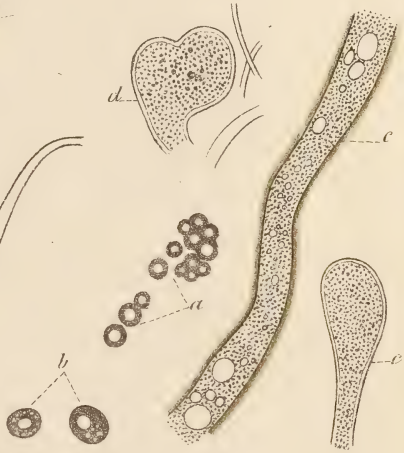


Fig. 13.

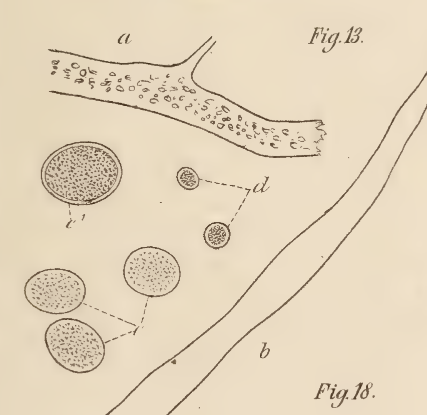


Fig. 17.

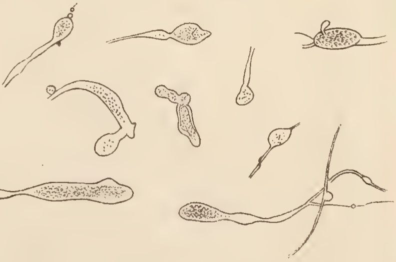


Fig. 18.

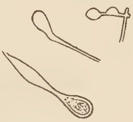


Fig. 16.

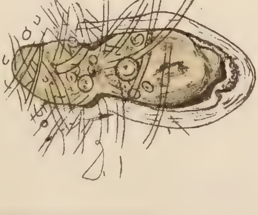
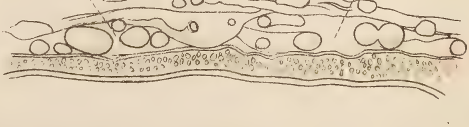


Fig. 19.



W. v. Nathusius, del. Verlag v. **Wilh. Engelmann**, Leipzig. Lith Anst v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 2.

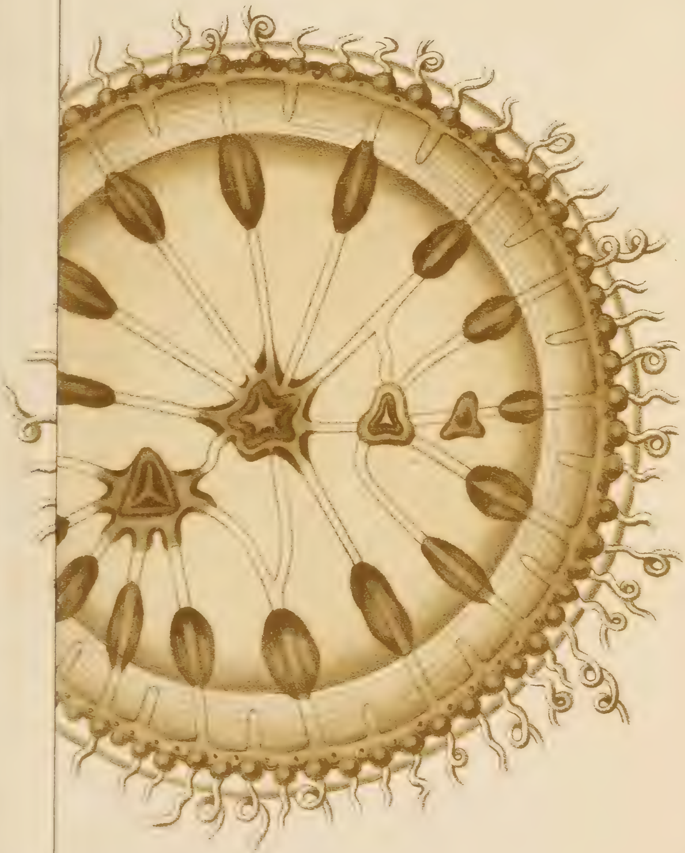


Fig. 4.

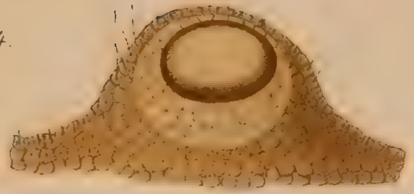


Fig. 1.

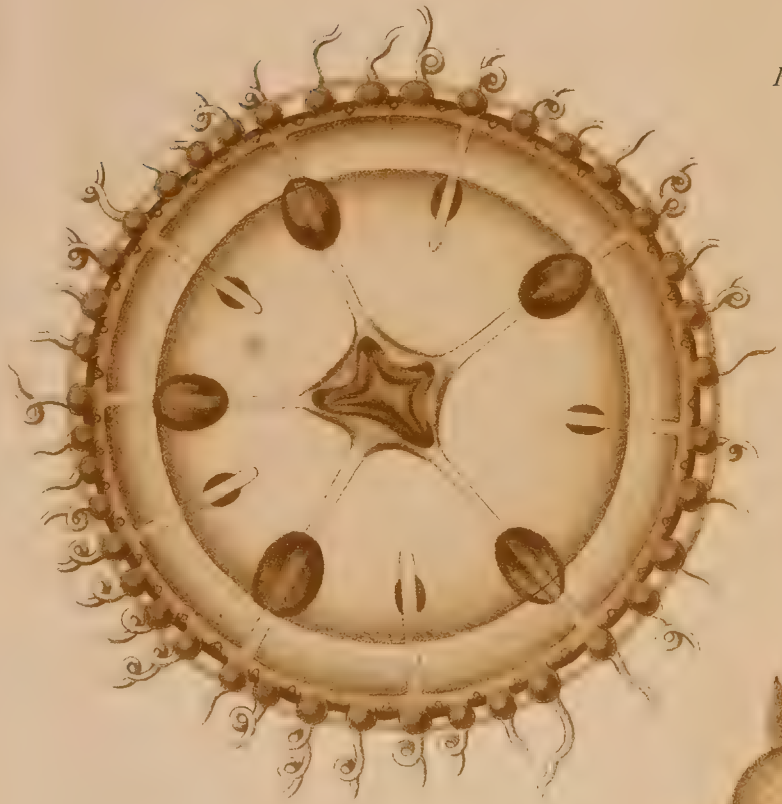


Fig. 5.

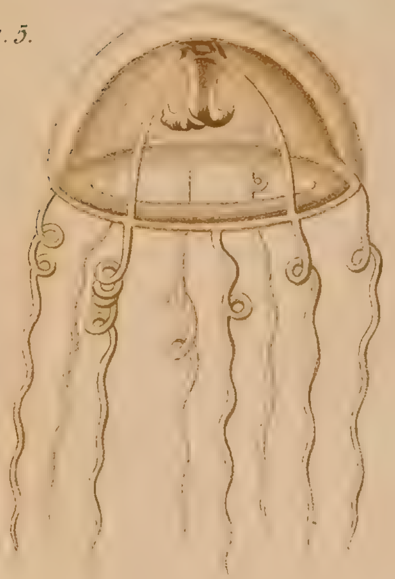


Fig. 2.

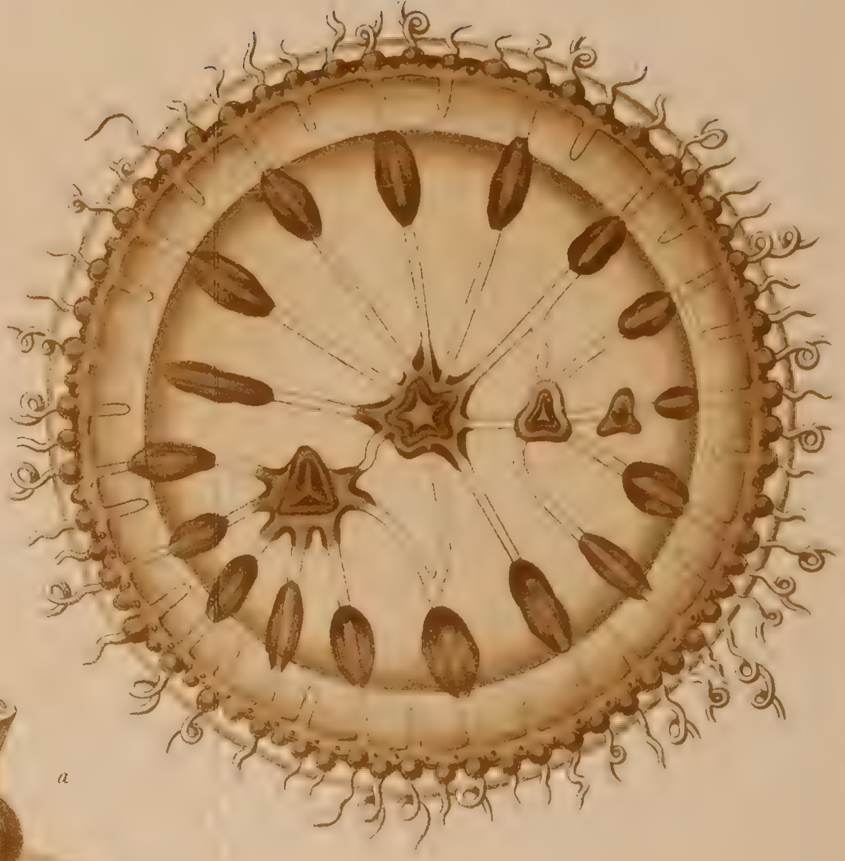
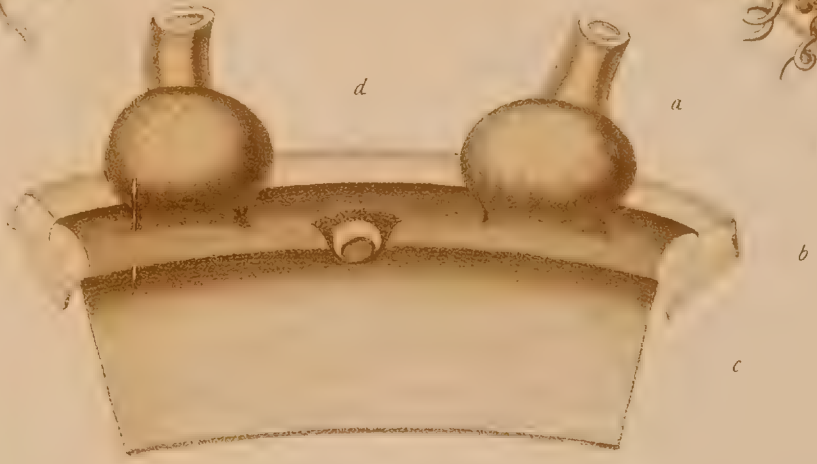


Fig. 3.

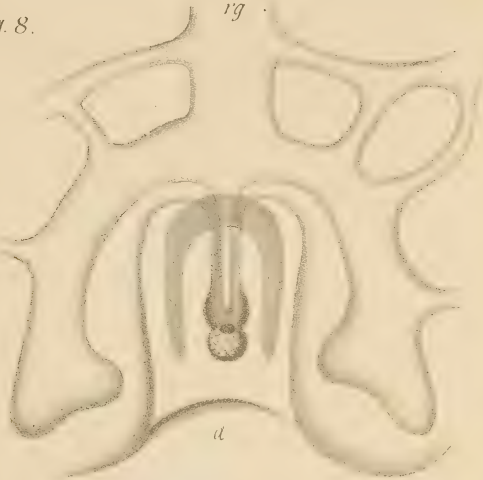


C. Keller del.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

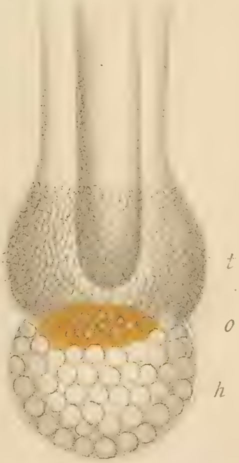
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Fig. 8.



Fi

Fig. 9.



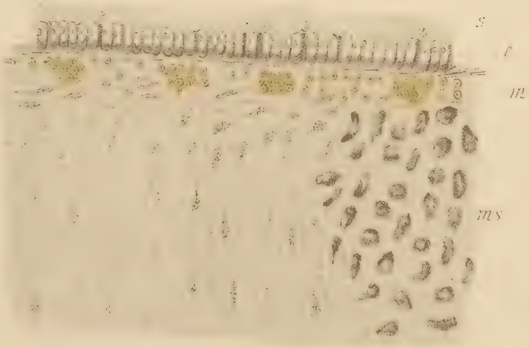


Fig. 11.

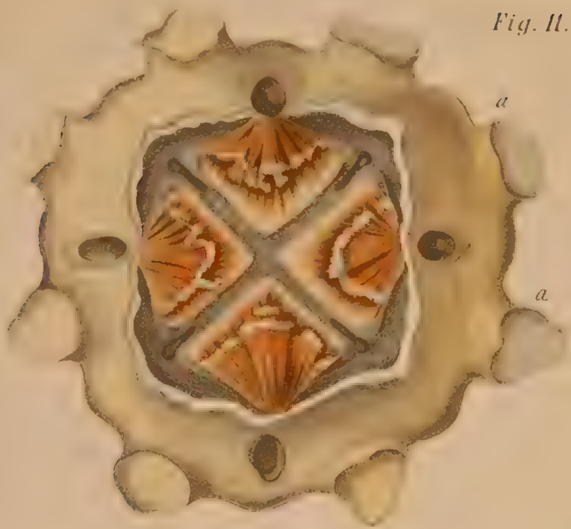


Fig. 6.

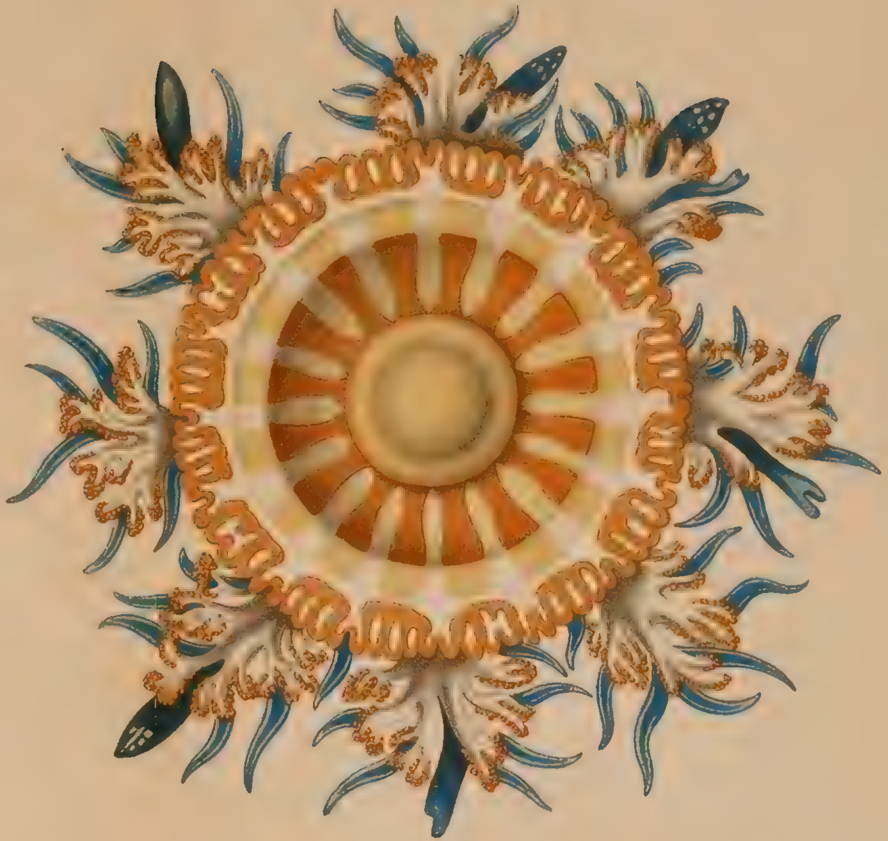


Fig. 8.

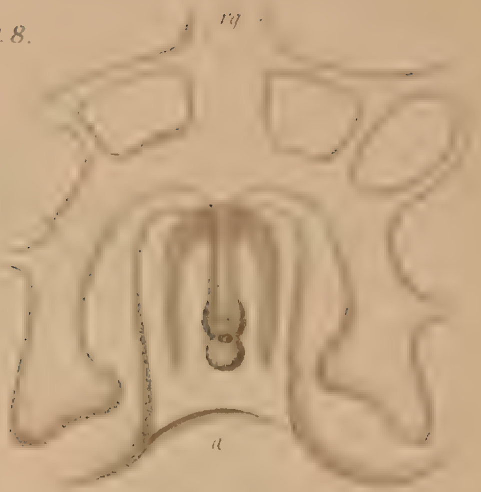


Fig. 10.

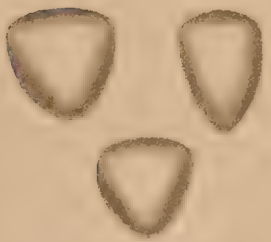


Fig. 9.

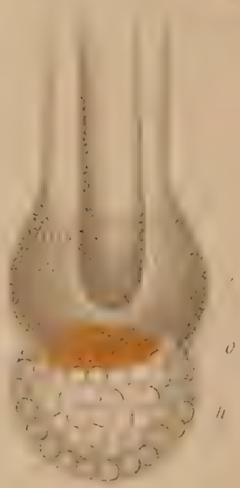


Fig. 12.

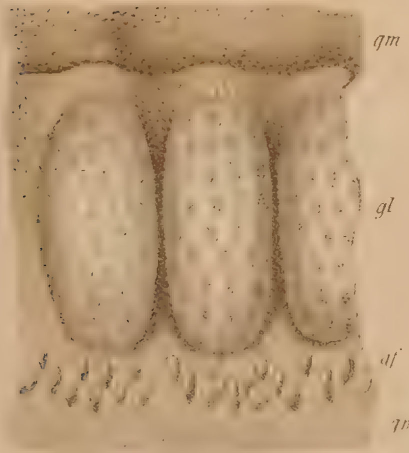


Fig. 13.

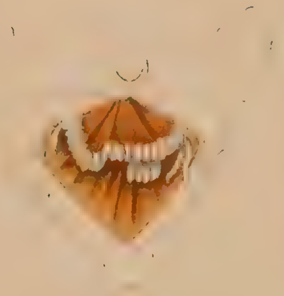
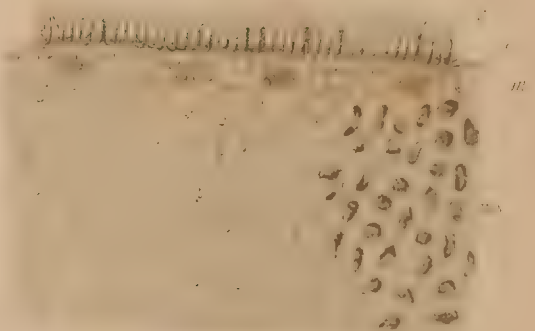


Fig. 7.



Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

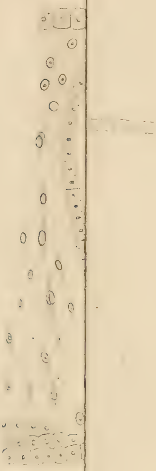
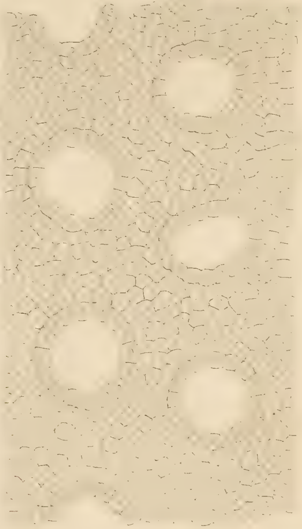


Fig. 23.



Fig

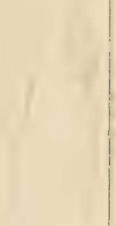
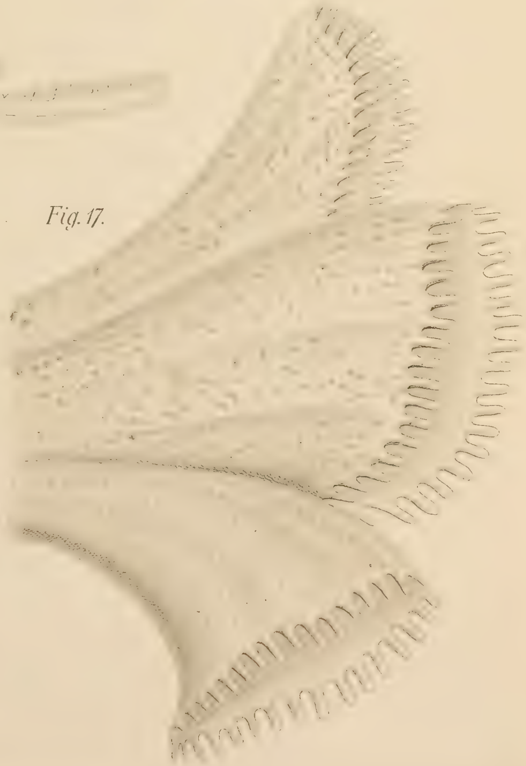
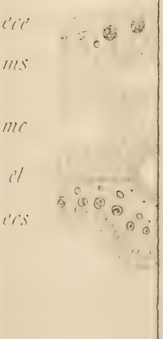


Fig. 17.




ece
ms
mc
el
ecs

Lith Anst v Werner & Winter, Frankfurt ᵃM.

Fig. 21.

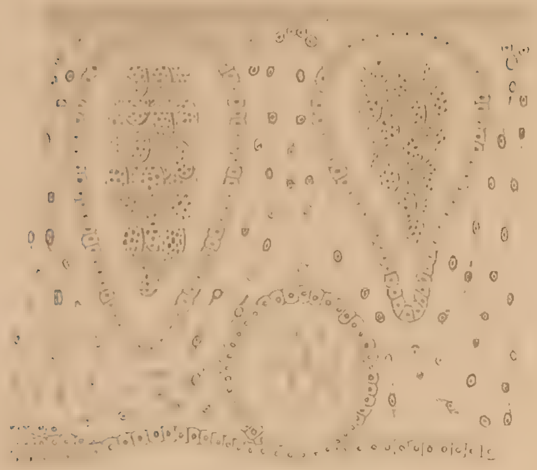


Fig. 16.

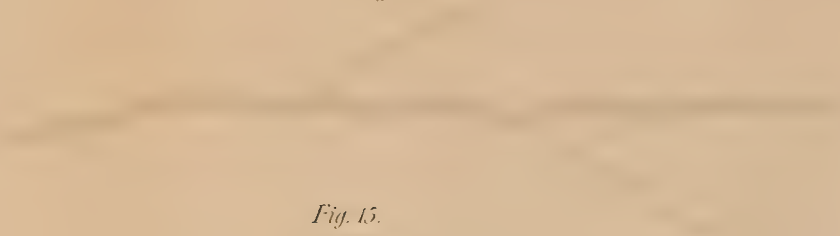


Fig. 23.

Fig. 15.

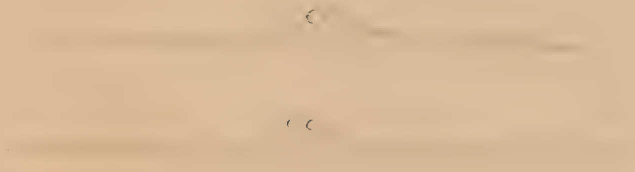


Fig. 22.

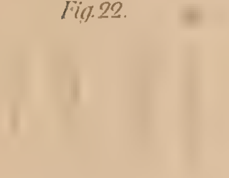


Fig. 18.

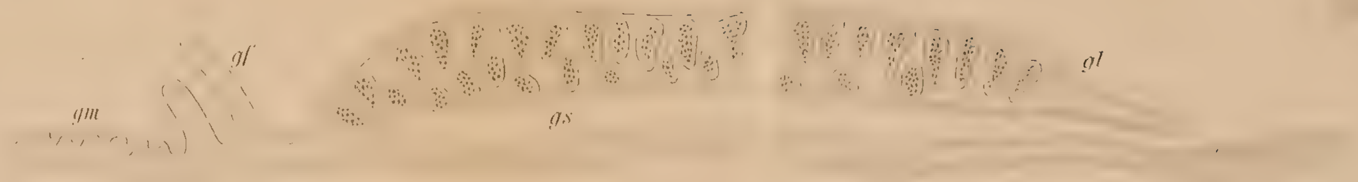


Fig. 19.

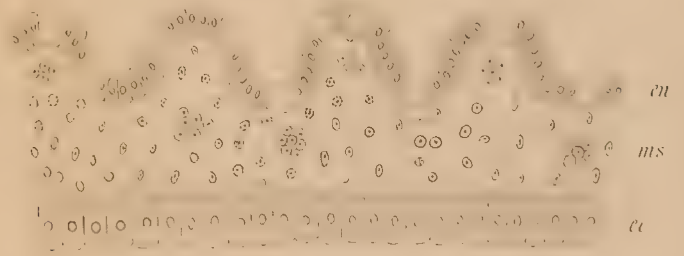


Fig. 17.

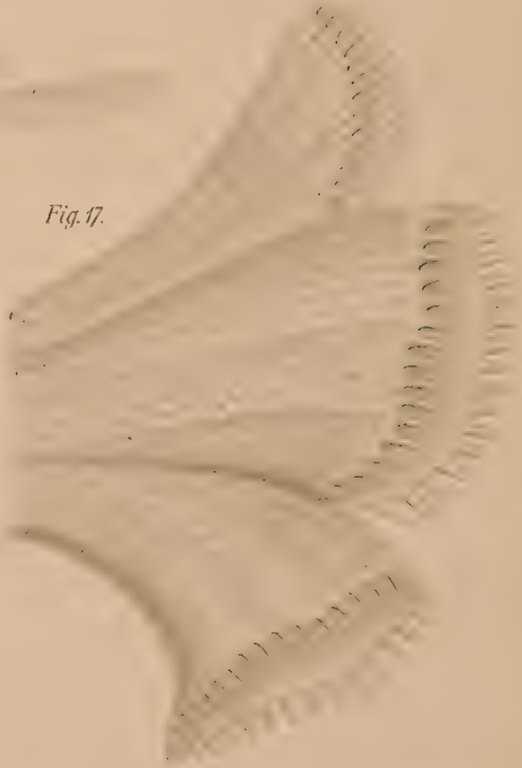


Fig. 14.

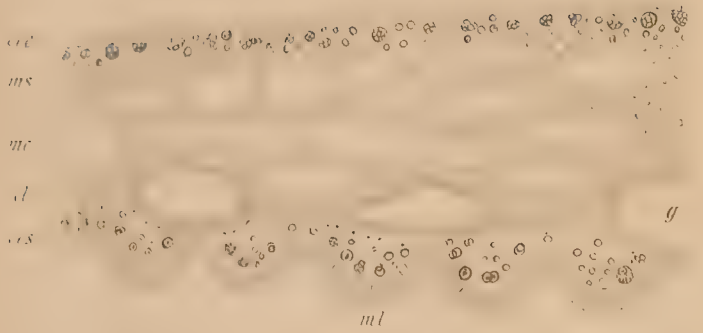

ec
ms
mc
d
es
g
ml

Fig. 20.

Fig 1.

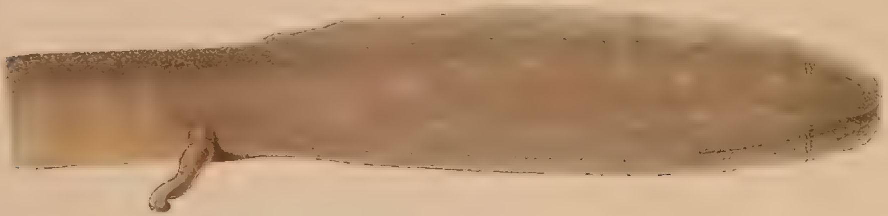


Fig 5.

Fig 2.

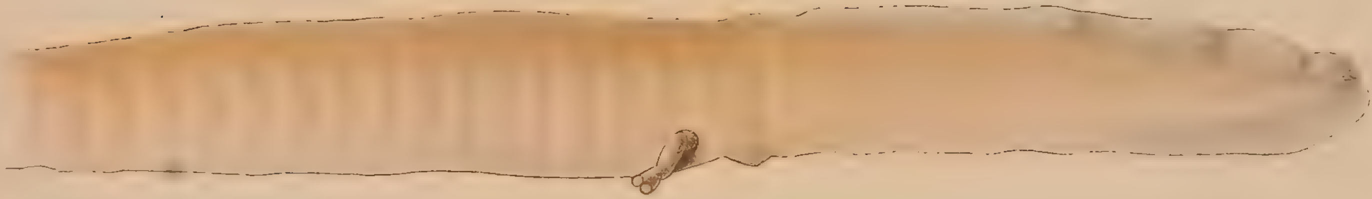


Fig 3.

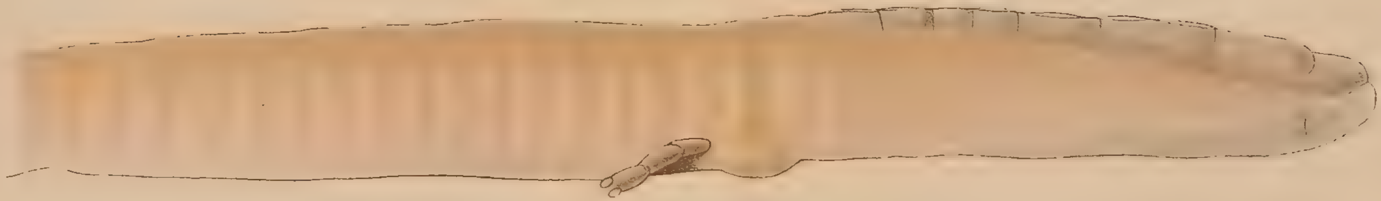
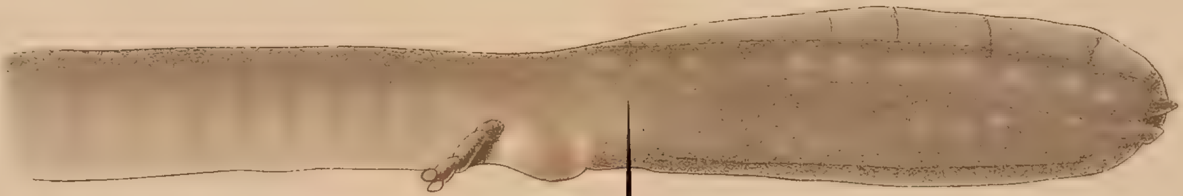


Fig 4.



n. d. Natur gez. v. Chauvin.
Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.
Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01316 5899